

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan lokasi

Unit Pelaksana Teknis Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak (UPTPT dan HMT) Kota Batu terletak di jalan Oro-oro Ombo Kecamatan Batu dengan kondisi tanah sedikit berkontur. UPTPT dan HMT Kota Batu termasuk berada di kawasan lindung yang dikelilingi oleh banyak vegetasi sehingga teduh dan sejuk.



Gambar 4.1 Peta lokasi
Sumber: maps.google.com

Kondisi jalan disekitar UPTPT dan HMT tergolong sepi, jenis kendaraan yang melewati jalan Oro-oro Ombo didominasi dengan kendaraan bermotor warga sekitar walaupun tidak terlalu banyak, sedangkan untuk kendaraan besar seperti truk sangat jarang melewati jalan tersebut mengingat jalan Oro-oro Ombo termasuk jalan lokal

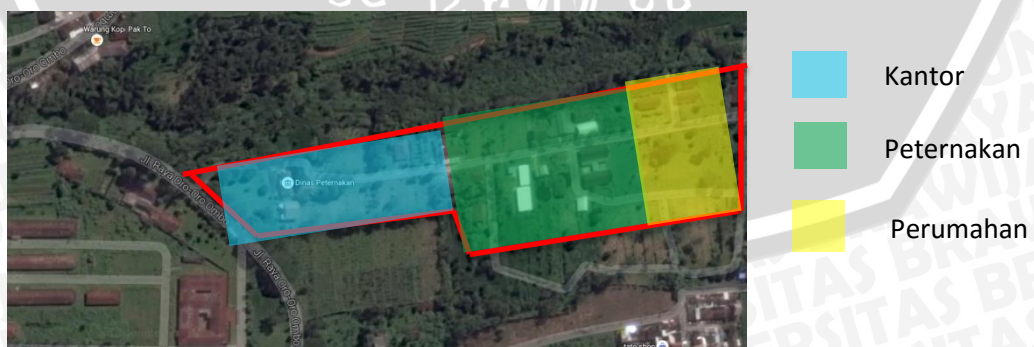
sekunder. Selain itu disepanjang jalan nampak berbagai macam vegetasi mulai dari vegetasi semak sampai vegetasi bertajuk lebar dan tinggi.



Gambar 4.2 kondisi jalan sekitar
Sumber: <http://google.com/maps/streetview>

Kawasan Oro-oro Ombo Kecamatan batu ini menurut RDTRK BWK 1 Kota Batu merupakan kawasan pertanian dan peternakan yang berdekatan dengan fungsi usaha dan jasa karena lokasinya yang strategis, sehingga lokasi penempatan UPTPT dan HMT Kota Batu sudah sesuai dengan peraturan Badan Wilayah Kota Batu.





Luas lahan UPTPT dan HMT Kota Batu ini kurang lebih 7 hektar terdapat bangunan dengan fungsi kantor, peternakan dan perumahan. Jarak antara zoning kantor dengan peternakan dan perumahan dengan peternakan kurang lebih 100-200 meter, hal ini sudah sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 mengenai pedoman budaya ternak sapi perah.



Gambar 4.3 Peta zona fungsi
Sumber: maps.google.com

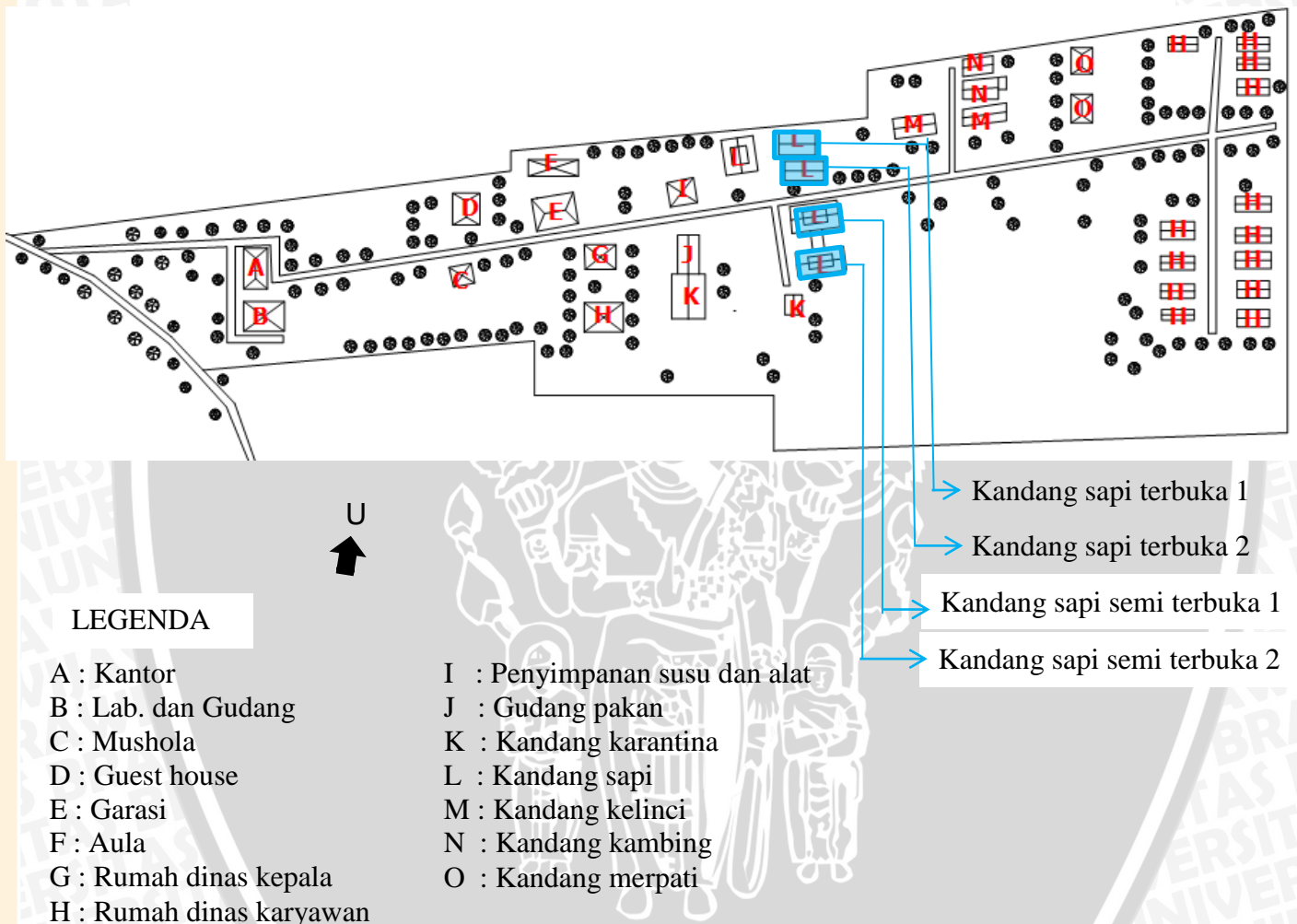
Batas sekitar UPTPT dan HMT Kota Batu dominan lahan terbuka atau kosong yang tidak terpakai dan ditumbuhi oleh bermacam-macam vegetasi, batas-batas ini menunjukkan bahwa lokasi sekitar tapak jauh dari permukiman warga, dimana menurut Menteri Pertanian lokasi peternakan harus jauh dari area permukiman, berikut adalah batas-batas tapak UPTPT dan HMT Kota Batu:

Tabel 4.1 Batas UPTPT dan HMT Kota Batu

Tabel batas sekitar tapak	
<p>Batas tapak sebelah utara</p> <p>Berupa lahan terbuka atau kosong yang dominan ditumbuhi vegetasi semak</p>	
<p>Batas tapak sebelah barat</p> <p>Batas sebelah barat adalah BALITJESTRO (Balai Penelitian Jeruk dan Buah Sub Tropis)</p>	
<p>Batas tapak sebelah selatan</p> <p>Batas sebelah selatan berupa lahan kosong yang didominasi vegetasi semak dan dimanfaatkan warga sekitar untuk ditanami tumbuhan ketela</p>	
<p>Batas tapak sebelah timur</p> <p>Batas sebelah timur berupa tanah kosong yang dominan ditumbuhi vegetasi semak</p>	

4.2. Perolehan data eksisting

UPTPT dan HMT Kota Batu memiliki 4 jenis kandang hewan yang dikembangkan yaitu sapi perah, kelinci, kambing dan merpati, namun pada penelitian ini difokuskan pada kandang sapi perah. Kandang sapi perah yang terdapat di UPTPT dan HMT ada 3 jenis yaitu kandang sapi terbuka, kandang sapi semi terbuka, dan kandang sapi karantina. Kandang sapi terbuka digunakan untuk memerah sapi dan



Gambar 4.4 Siteplan UPTPT dan HMT

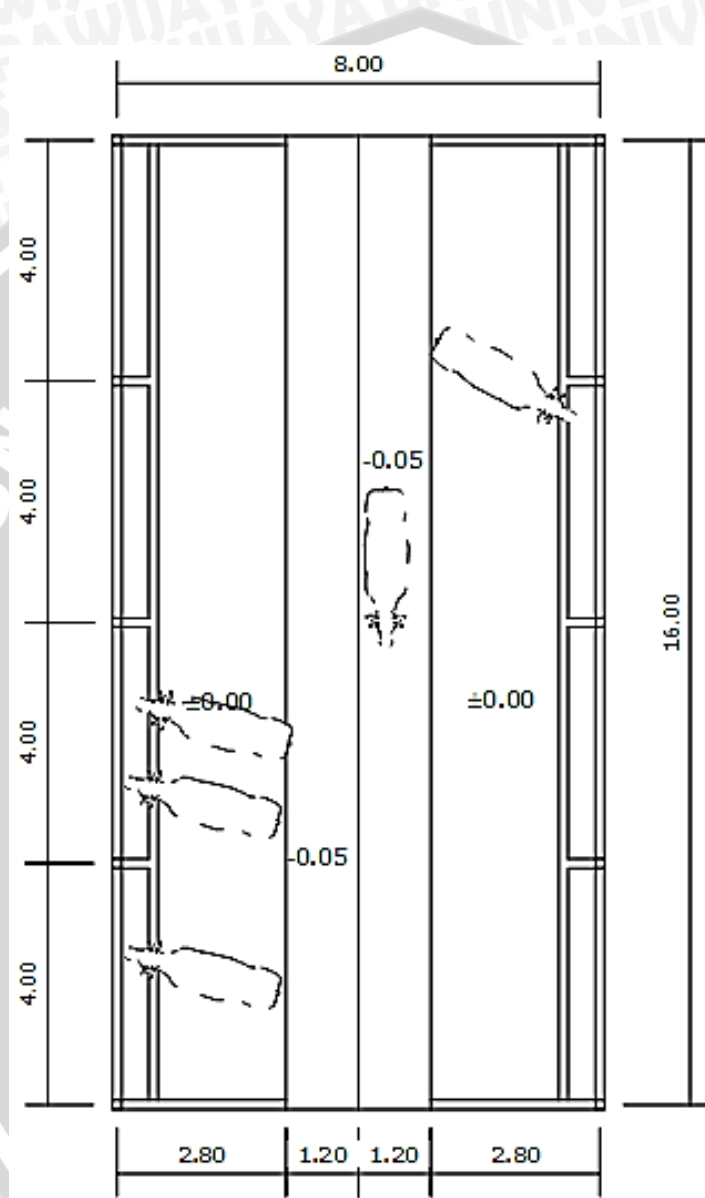
Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

Dari peletakkan kandang tersebut penelitian ini difokuskan pada kandang sapi terbuka 2 dan kandang sapi semi terbuka 2 karena kandang terbuka 1 dan kandang semi terbuka 1 mempunyai orientasi, dan dimensi yang sama dengan kandang terbuka 2 dan kandang semi terbuka 2.

4.2.1 Dimensi bangunan

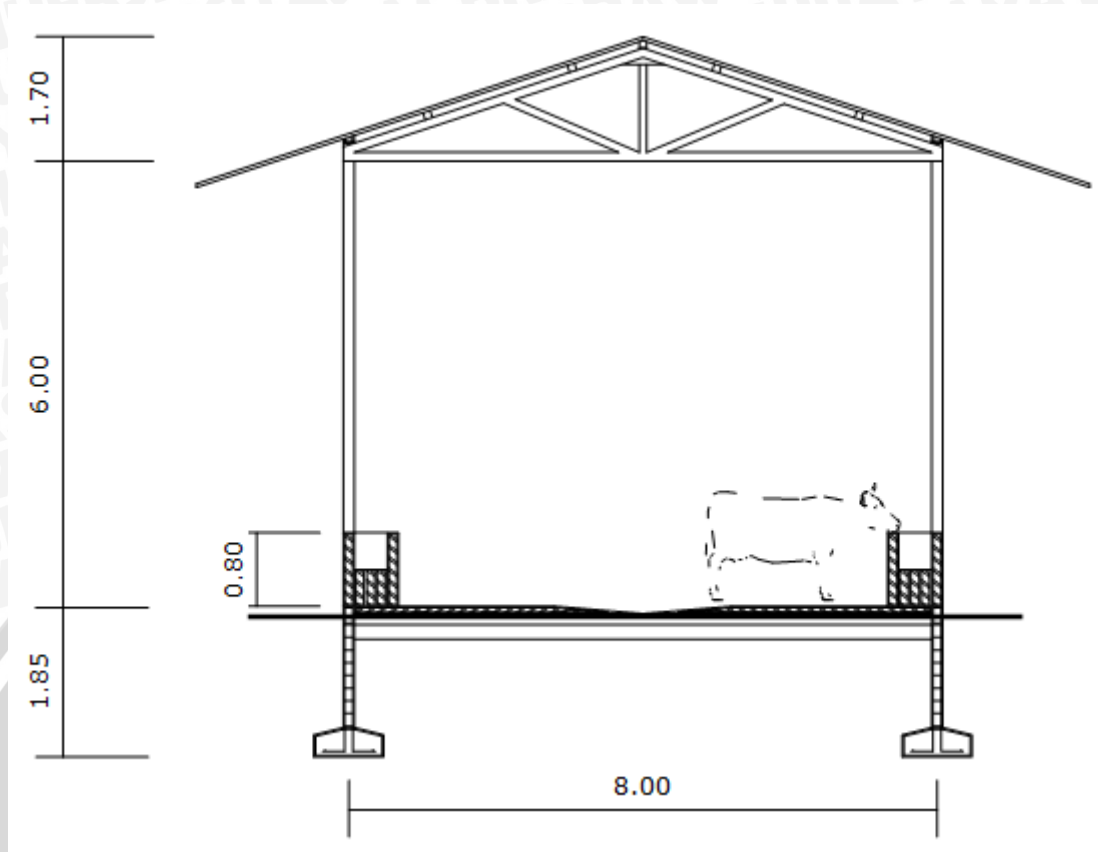
Pada bangunan eksisting bangunan kandang sapi terbuka memiliki dimensi lebih kecil dibandingkan dengan dimensi kandang semi terbuka sebagai berikut.

A. Kandang sapi terbuka



Gambar 4.5 Denah Kandang sapi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

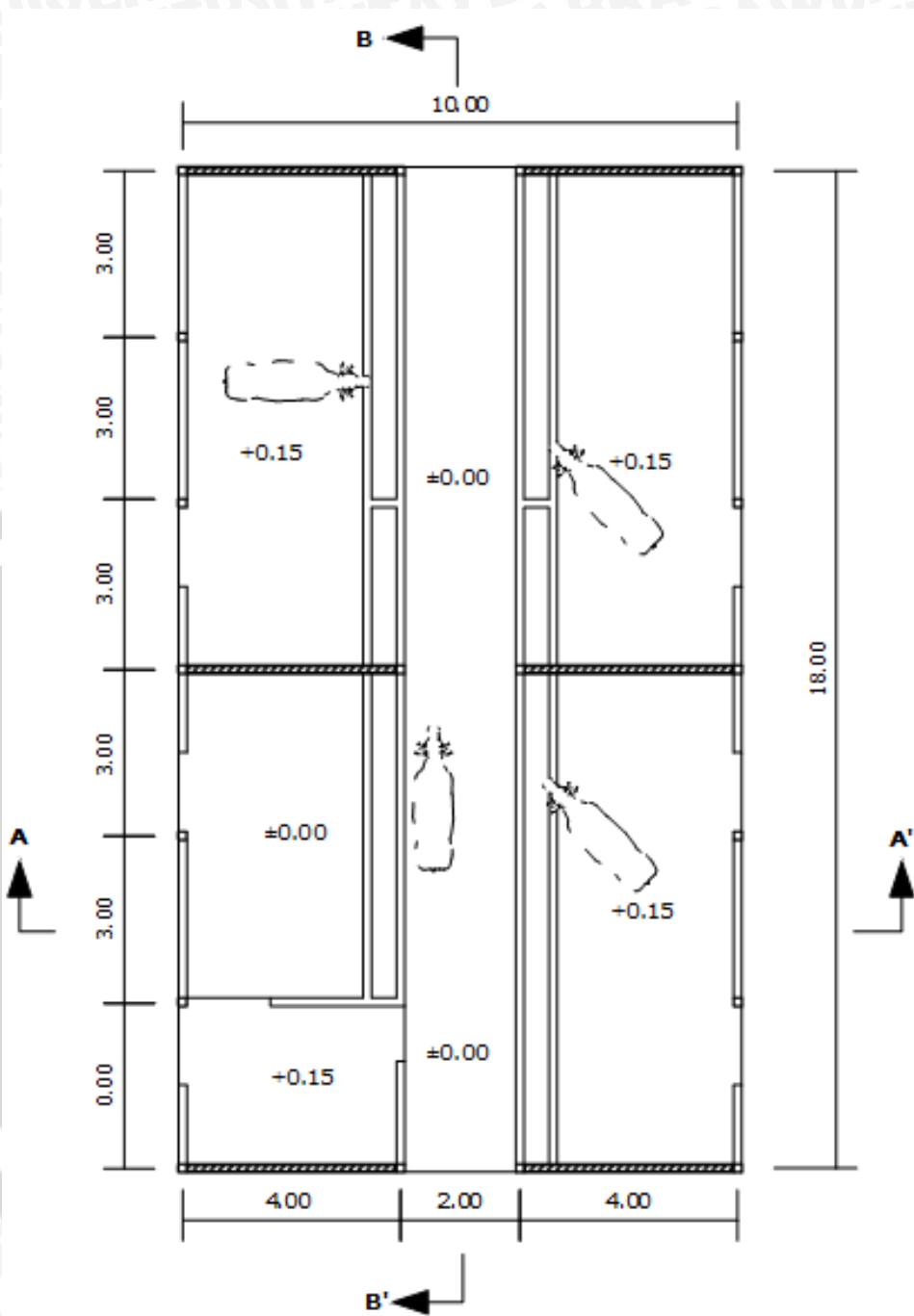


Gambar 4.6 Potongan Kandang sapi terbuka
 Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

Kandang sapi terbuka UPTPT dan HMT Kota Batu memiliki panjang 16 meter, lebar 8 meter dan tinggi 7,7 meter dengan peletakkan sapi *tail to tail*. Pada bagian tengah lantai bangunan dibuat kemiringan 5° sebagai saluran air ketika kandang dibersihkan sekaligus sebagai sirkulasi dalam kandang karena akses masuk kedalam kandang hanya dari depan dan belakang kandang.

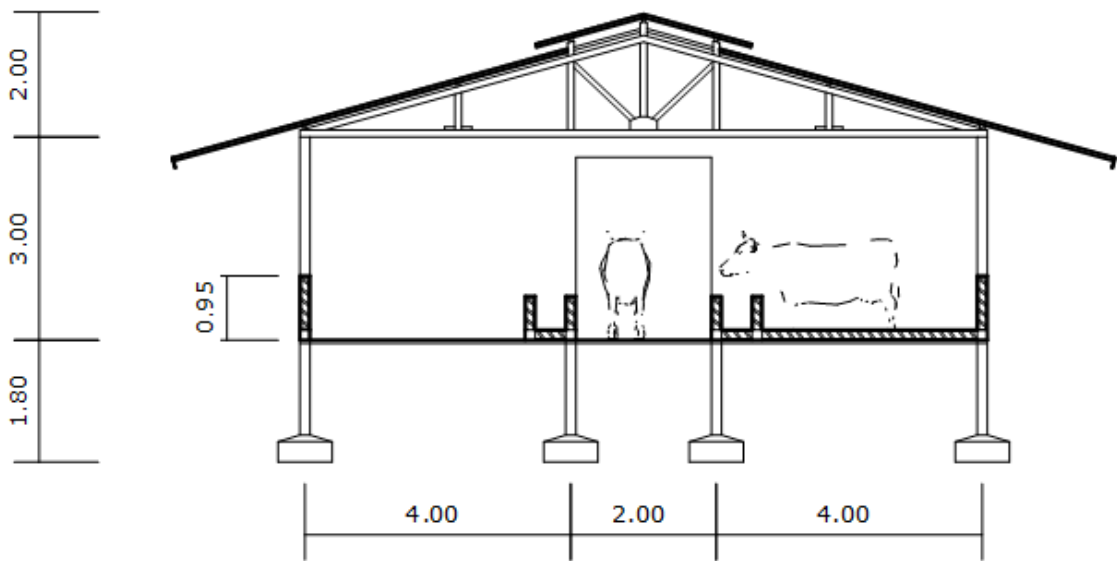
Langit-langit kandang dibuat tinggi untuk menghindari panas matahari yang diterima sapi secara radiasi, kondisi kandang yang terbuka membuat aliran udara lancar namun sapi beresiko basah ketika hujan dan mudah terserang penyakit.

B. Kandang sapi semi terbuka



Gambar 4.7 Denah Kandang sapi semi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu



Gambar 4.8 Potongan Kandang sapi semi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

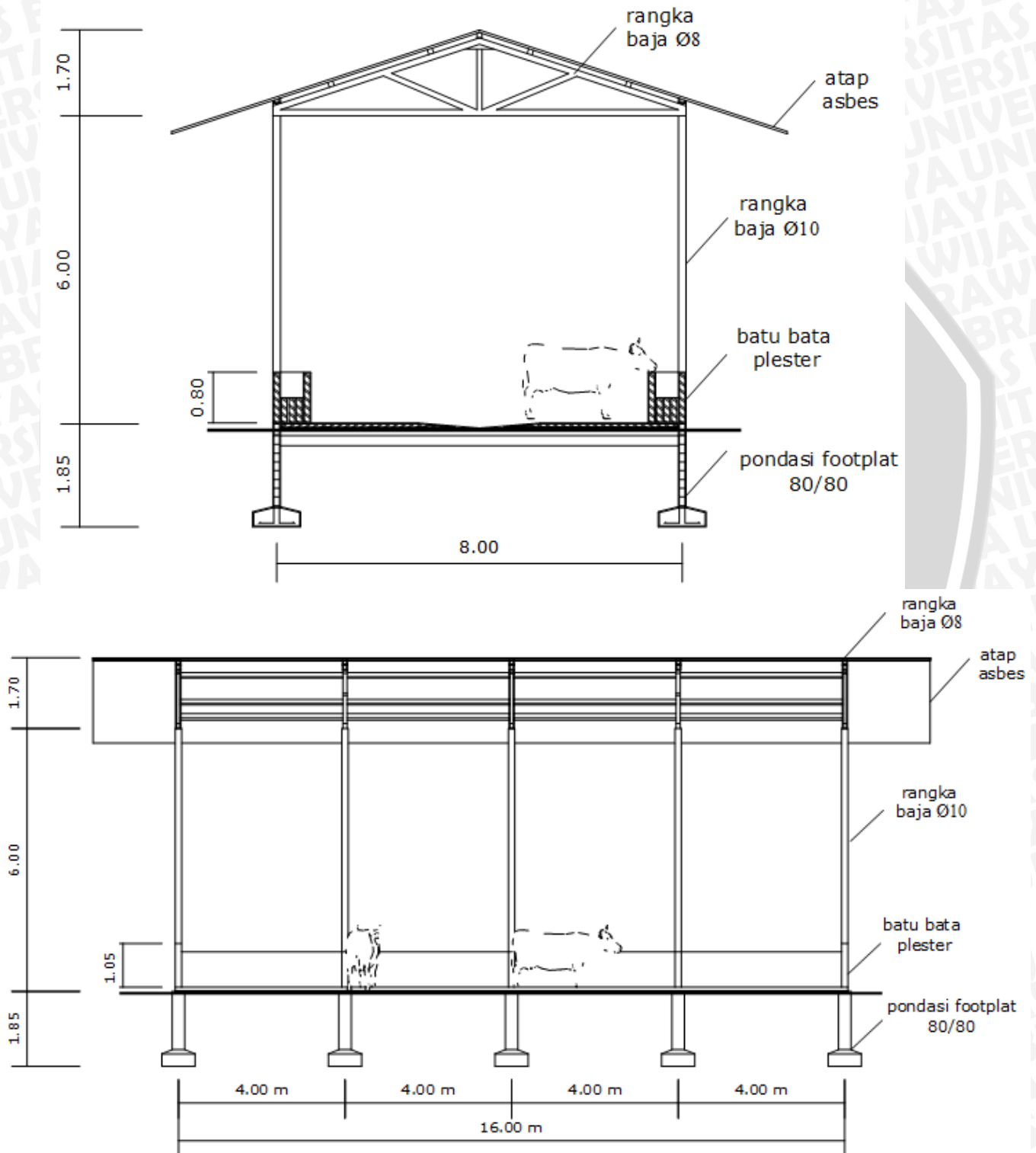
Kandang sapi semi terbuka UPTPT dan HMT Kota Batu memiliki panjang 18 meter, lebar 10 meter dan tinggi 6,8 meter dengan peletakkan sapi *head to head*. Pada bagian tengah kandang digunakan sebagai sirkulasi sapi ketika dimasukkan ke kandang dan sirkulasi pekerja ketika memberi pakan sapi. Tinggi langit-langit pada kandang sapi semi terbuka tidak setinggi kandang sapi terbuka hal ini membuat udara di dalam kandang cukup panas, namun aliran udara di dalam kandang cukup baik apalagi luasan tempat istirahat sapi 4 meter membuat sapi tidak berdesakkan..

Tidak hanya dimensi, material yang digunakan pada kandang juga mempengaruhi kondisi pada kandang sapi perah, karena material dapat menentukan dimensi bangunan, panas di dalam kandang dan ketahanan bangunan kandang.

4.2.2 Metrial

Material yang digunakan pada kandang di UPTPT dan HMT Kota Batu akan dijelaskan pada gambar berikut.

A. Kandang sapi terbuka

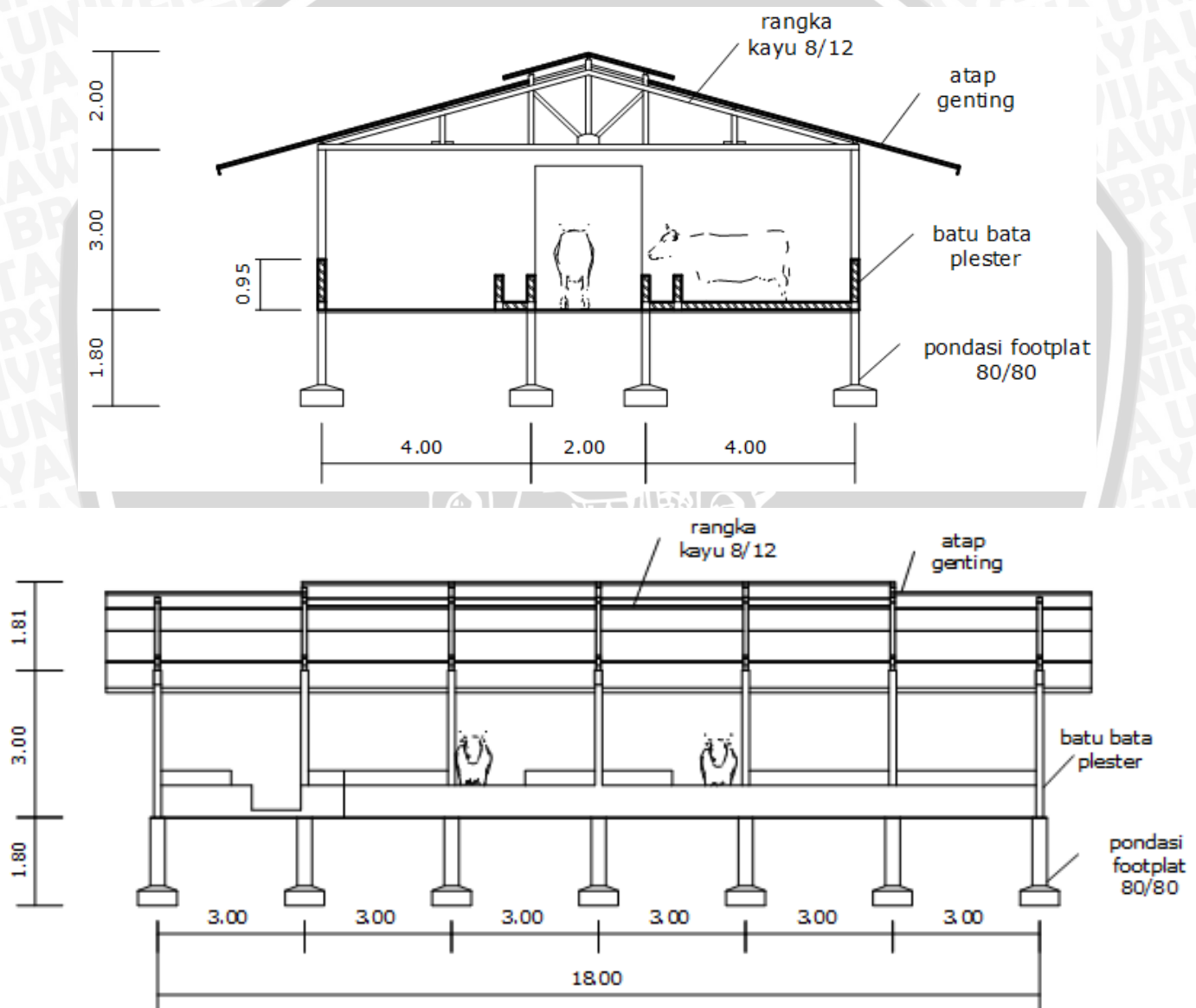


Gambar 4.9 Material Kandang sapi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

Material pada kandang terbuka menggunakan kolom baja berdiameter 10cm dan rangka baja dengan diameter 8cm dengan material penutup atap asbes. Pada lantai dan tempat pakan sapi menggunakan batu bata plester dengan pondasi footplat ukuran 80/80. Secara keseluruhan tipe kandang terbuka ini memiliki ketahanan yang cukup kuat karena menggunakan rangka baja dan menggunakan atap asbes sehingga beban tidak terlalu berat, namun material pada lantai beresiko licin yang dapat membahayakan sapi dan pekerja terpeleset.

B. Kandang sapi semi terbuka



Gambar 4.10 Potongan Kandang sapi semi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

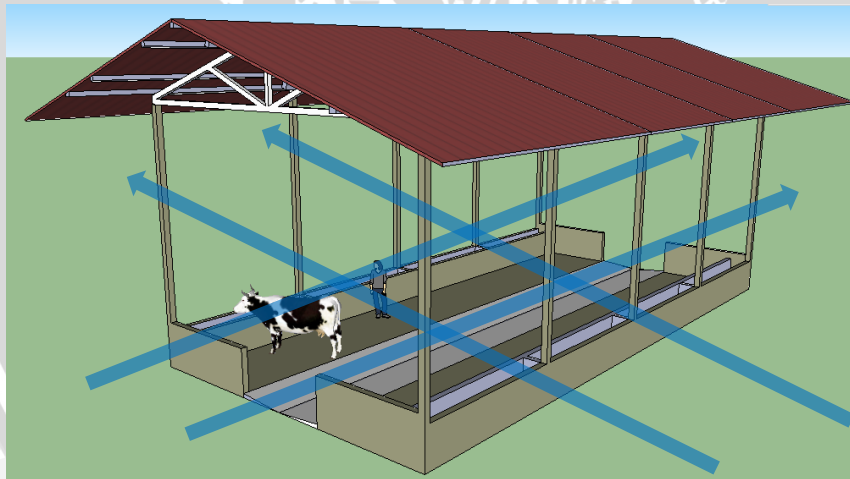
Material yang digunakan pada kandang semi terbuka ini menggunakan material kayu pada rangka kuda-kuda dengan penutup atap genteng. Untuk tembok, kolom, dan lantai menggunakan batu bata plester dengan pondasi footplat 80/80.

Penggunaan material lantai pada kandang semi terbuka sama dengan kandang terbuka yang beresiko licin jika terkena air, hal ini tidak sesuai dengan peraturan menteri bab 2 pasal 5 ayat 3 bahwa material lantai pada kandang sapi terbuat dari bahan yang tidak licin. Sedangkan untuk kondisi keseluruhan bangunan kandang sudah memenuhi peraturan menteri bab 2 pasal 5 ayat 1 dimana memiliki jalan sirkulasi dan saluran air serta bangunan yang dibangun jangka panjang dengan struktur permanen atau semi permanen.

4.2.3 Ventilasi dan bentuk atap

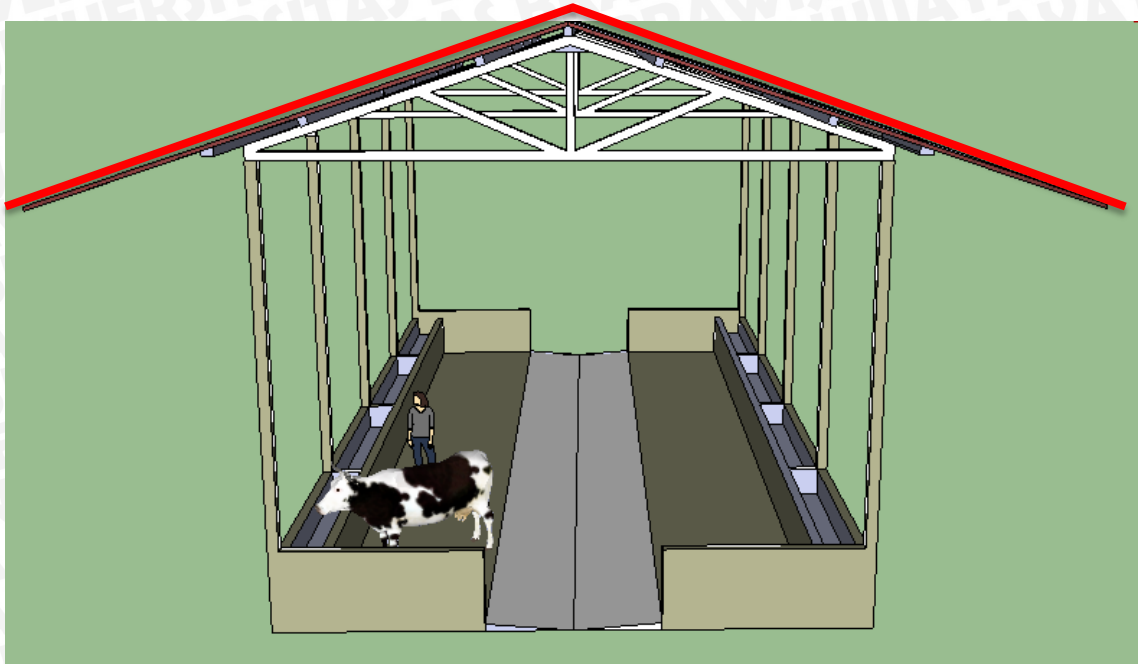
Ventilasi atau bukaan pada kandang sapi UPTPT dan HMT Kota Batu hanya terlihat pada kandang semi terbuka yang akan terlihat pada gambar berikut.

A. Kandang sapi terbuka



Gambar 4.11 Kandang sapi terbuka
Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

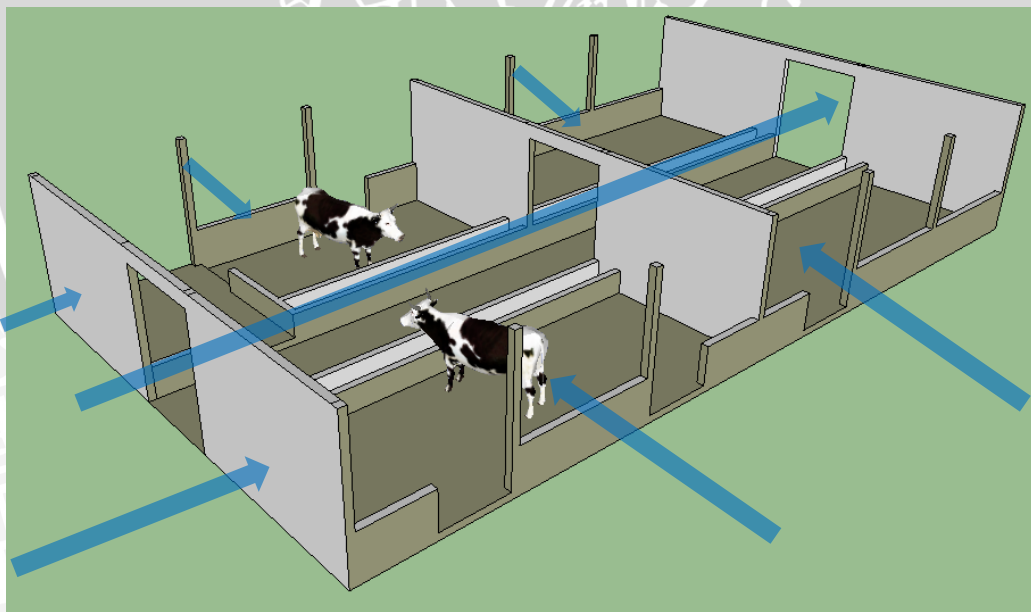
Pada gambar terlihat bahwa kandang sapi terbuka memiliki jalur pergantian udara dari berbagai arah sehingga angin bergerak bebas melewati kandang. Atap yang digunakan pada kandang ini adalah jenis atap gable yang digunakan untuk di dataran tinggi.



Gambar 4.12 Atap kandang sapi terbuka

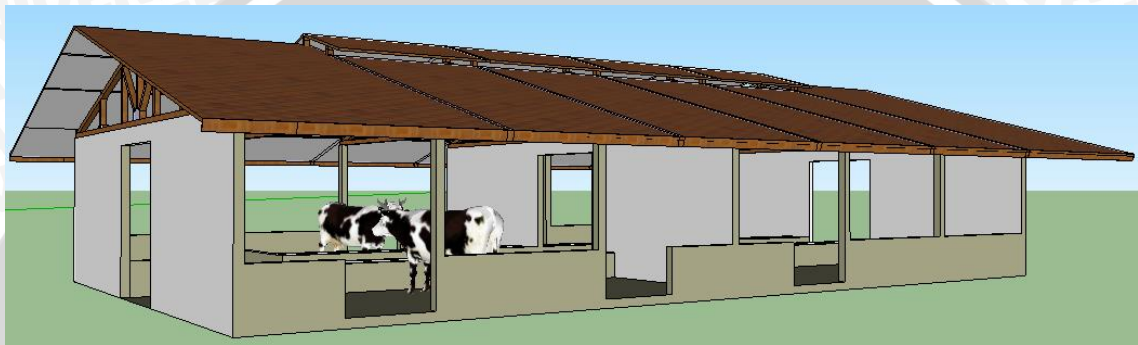
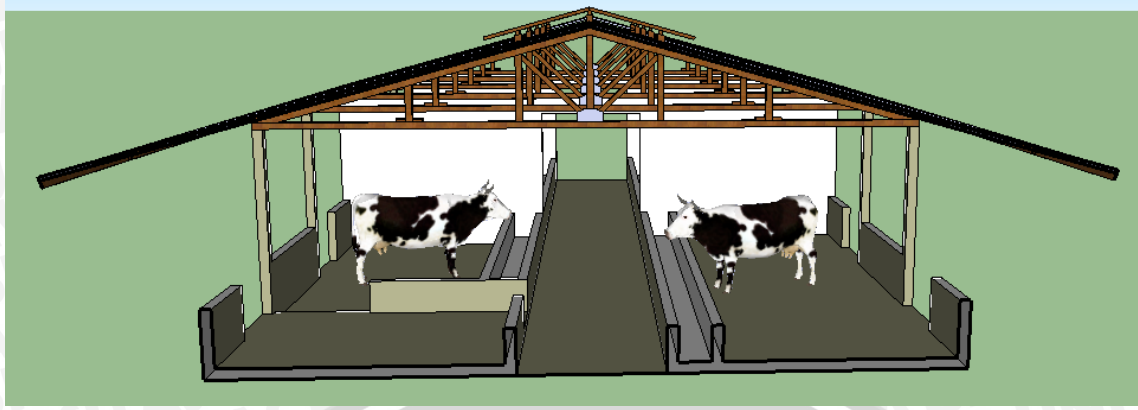
Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

B. Kandang sapi semi terbuka



Gambar 4.13 Kandang sapi semi terbuka

Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

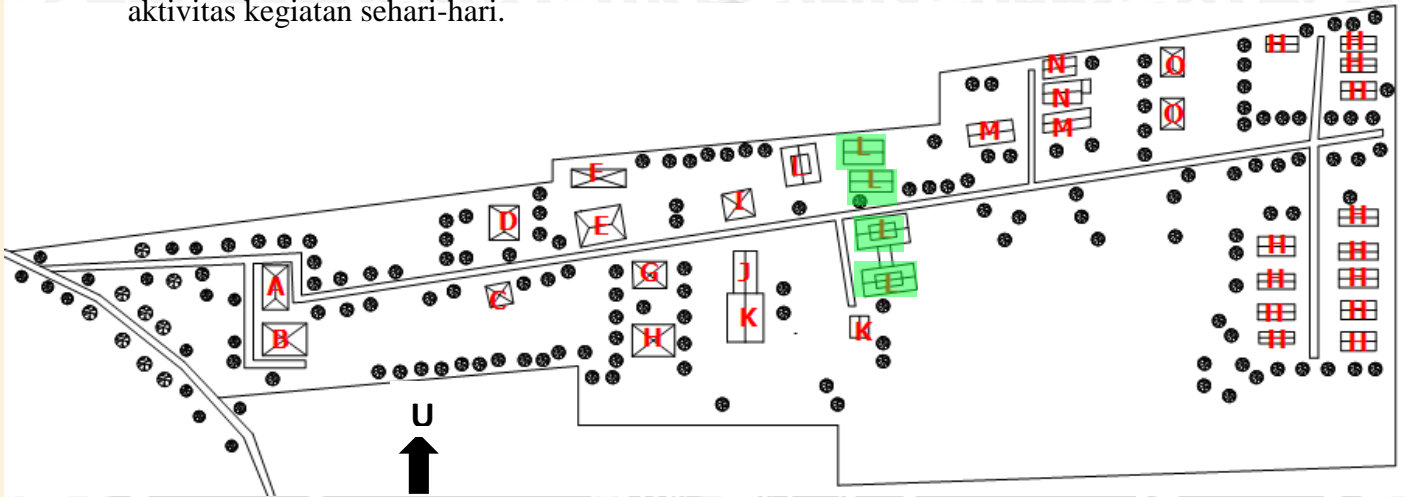


Gambar 4.14 Atap kandang sapi semi terbuka
Sumber: UPTPT dan HMT Kota Batu

Pada kandang semi terbuka aliran angin masih bisa melewati kandang dan lebih banyak melewati bagian samping kandang. Atap yang digunakan adalah model atap monitor, dimana sebenarnya model atap ini digunakan untuk dataran rendah atau digunakan untuk daerah yang sulit mendapatkan angin.

4.2.4 Orientasi

Orientasi kandang terbuka dan semi terbuka adalah memanjang dari barat ke timur dimana selain menyesuaikan jalan dan kondisi lansekap tapak tetapi juga menyesuaikan bidang bangunan yang terkena sinar matahari. Tata orientasi kandang sesuai dengan jalur sirkulasi utama sehingga memudahkan pekerja dalam melakukan aktivitas kegiatan sehari-hari.



Gambar 4.15 Orientasi kandang

4.2.5 Vegetasi

Menurut Albright (1987), untuk mengurangi polusi dan panas matahari perlu dilakukan vegetasi yang ditanam disekitar bangunan. Vegetasi yang terdapat di sekitar kandang UPTPT dan HMT Kota Batu hanya beberapa vegetasi bertajuk lebar dan lebih banyak vegetasi bertajuk pendek atau semak.



Gambar 4.16 Vegetasi disekitar kandang

4.3 Aspek pendukung

Bangunan kandang sapi yang sehat akan memberikan kondisi nyaman bagi sapi dan pelaku aktivitas di dalamnya, selain itu perlu diperhatikan fasilitas dan faktor yang berhubungan dengan bangunan kandang sapi yang sehat seperti perlunya pengolahan limbah, penyediaan air bersih dan penerangan di dalam kandang yang sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 mengenai pedoman budaya ternak sapi perah yang berhubungan dengan bangunan kandang sehat untuk sapi perah.

4.3.1 Pengolahan limbah

Kandang sapi perah yang sehat selain memberikan kenyamanan bagi sapi juga memberikan kenyamanan untuk pekerja di dalamnya. Menurut Keputusan Menteri Pertanian selain termal di dalam kandang, pengolahan limbah juga harus diperhatikan dan membuat unit pengolahan limbah karena berdampak pada kandang dan lingkungan sekitarnya.

Limbah kandang sapi umumnya dihasilkan dari aktivitas di dalam kandang yaitu berupa limbah padat, cair, gas dan sisa pakan ternak. Hasil dari pengolahan limbah sudah bervariasi mulai dari pupuk kompos sampai energi biogas.

Limbah kandang sapi yang diolah menjadi biogas perlu dilakukan proses yang menggunakan alat khusus yaitu biodegester dimana alat ini akan mengubah limbah rumah tangga, limbah peternakan, dan limbah buangan lainnya menjadi gas metana murni yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar.

Berikut adalah alur proses pengolahan limbah pada kandang sapi yang menghasilkan biogas:

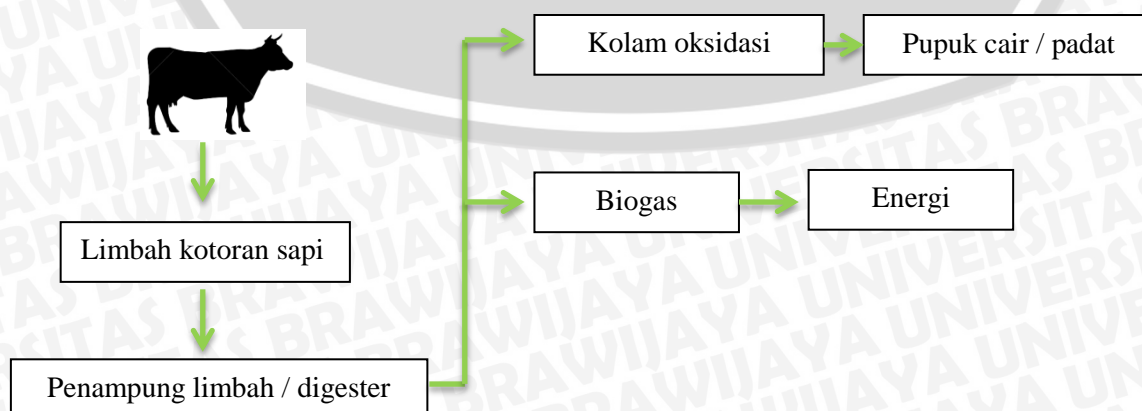


Diagram 4.1 Proses biogas

Berbeda dengan limbah gas, limbah sapi yang dijadikan pupuk kompos dapat dibantu dengan penggunaan material lantai di dalam kandang berupa serbuk gergaji dengan lapisan pasir, karena gergaji kayu yang terkena kotoran sapi berupa padat atau cair akan mudah terserap sehingga pengolahannya cukup diambil bagian serbuk kayu yang terkena kotoran kemudian dilakukan proses penguraian dan dapat digunakan sebagai pupuk kompos (Heru, 2010).

Pengolahan limbah sapi dengan material lantai gergaji kayu dapat dilihat pada skema berikut:



Diagram 4.2 Proses pupuk kompos dengan serbuk kayu

Jadi pengolahan limbah menjadi pupuk kompos yang didukung dengan material lantai serbuk kayu akan lebih mudah dilakukan dan lebih cepat pengolahannya. Pengolahan limbah di dalam kandang memang perlu diperhatikan namun mengingat penelitian ini berhubungan dengan konsep kandang yang sehat yang berhubungan dengan lingkungan sekitar maka perlu diperhatikan juga saluran drainase kandang, sehingga ketika sisa air membersihkan kandang dan air hujan dapat dikelola dengan baik.

Saluran drainase pada UPTPT dan HMT belum sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 dimana buangan limbah cair kandang berupa sisa membersihkan kandang dan air hujan harus disalurkan ke drainase yang dikelola dengan baik, disekitar kandang sudah terdapat drainase utama namun belum terdapat saluran buangan dari kandang ke drainase, ketika kandang dibersihkan sisa air buangan hanya mengandalkan kemiringan tanah yang nantinya buangan air langsung mengarah ke tanah kosong bukan ke drainase.

Oleh karena itu diperlukan drainase tambahan dari kandang ke drainase utama agar air sisa pembersihan kandang dapat dikelola dengan baik sebagaimana dengan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001.



Gambar 4.17 Saluran drainase utama UPTPT dan HMT Kota Batu

4.3.2 Penyediaan air bersih

Penyediaan air bersih untuk kandang digunakan untuk minum, mandi, dan membersihkan kandang, sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999 dan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 mengenai kebutuhan air pada bangunan kandang sapi sehat harus memenuhi kesehatan air bersih menurut Permenkes 416 tahun 1990 dan Kepmenkes 907 tahun 2002.

Di UPTPT dan HMT Kota Batu sudah terdapat fasilitas penyedia air bersih dan kompresor di setiap unit kandang, air bersih ini digunakan untuk keperluan konsumsi dan kebersihan sapi yang sesuai dengan keputusan menteri kesehatan dan pertanian

4.3.3 Lingkungan sekitar

Bangunan sehat adalah bangunan yang memiliki kriteria khusus untuk mencapai kenyamanan, seperti bangunan sehat yang diterapkan pada kandang sapi perah. Bangunan kandang sapi yang sehat pasti memiliki pengaruh bagi lingkungan sekitarnya begitu pula sebaliknya, pengaruh lingkungan yang bisa terjadi adalah seperti sirkulasi utama dan bangunan sekitar yang juga harus mendukung tercapainya kandang sapi perah yang sehat.

Untuk mendukung tercapainya bangunan sehat kandang sapi perah di UPTPT dan HMT Kota Batu maka sirkulasi utama dan bangunan sekitar disesuaikan dengan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999.

a. Sirkulasi

Sistem sirkulasi utama di UPTPT dan HMT kota batu adalah memiliki pola linier dimana akses yang digunakan dominan lurus dan memudahkan karyawan untuk melakukan aktivitas sehari-hari yang sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 mengenai aksesibilitas jalan yang mempengaruhi peletakkan bangunan, namun konstruksi jalan utama di UPTPT dan HMT Kota Batu mengalami kerusakan di beberapa titik yang rawan terjadinya kecelakaan bagi pengguna jalan sehingga perlu dilakukan peremajaan atau perbaikan agar tidak terjadi hal yang membahayakan karyawan atau pekerja sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999.

Jadi sirkulasi utama existing di UPTPT dan HMT Kota Batu sudah sesuai dengan keputusan Menteri Pertanian mengenai aksesibilitas dan memiliki pola yang tepat, namun untuk konstruksi jalan existing perlu dilakukan perbaikan agar mendukung tercapainya bangunan sehat yang berdampak pada kinerja dan aktivitas kandang sapi perah.

b. Bangunan sekitar

Bangunan kandang yang sehat selain berpengaruh pada kandang itu sendiri juga berhubungan dengan dengan lingkungan skitar, karena bangunan yang sehat tidak bisa dikatakan sehat jika lingkungannya belum sehat. Oleh karena itu bangunan sekitar harus memilki kondisi kriteria untuk memenuhi kandang yang sehat.

Terdapat berbagai macam bangunan di kawasan UPTPT dan HMT Kota Batu, sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001 fasilitas bangunan sudah sesuai dengan kebutuhan seperti kantor, gudang, tempat penyimpanan alat, unit kandang, instalasi air bersih dan pengolahan limbah.

Fasilitas seperti kantor, mushola, guest house, rumah dinas dan aula di UPTPT dan HMT sudah sesuai dengan Keputusan Menteri Pertanian dimana jarak bangunan yang tidak memiliki aktivitas peternakan sapi perah minimal 25 meter sedangkan aktivitas kantor eksisting memiliki jarak 100-200 meter dari aktivitas kandang.

Aspek sirkulasi di dalam tapak dan bangunan sekitar juga dapat mendukung tercapainya kenyamanan lingkungan yang berpengaruh pada bangunan kandang yang sehat.

4.4 Acuan dasar kandang

Kandang sapi di Indonesia umumnya memiliki bentuk adaptasi terhadap cahaya matahari dimana sapi perah tidak terkena panas matahari langsung dirasa sudah cukup, padahal sapi perah perlu mendapatkan penanganan khusus terutama pada kandang agar sapi perah menjadi nyaman sehingga produksi susu bisa meningkat.

Di Indonesia sudah terdapat standar kandang sapi menurut Dirljenak No. 776/kpts/DJP/Depteam/1982 yang digunakan sebagai acuan standar minimal kandang sapi di Indonesia, namun aturan standar tersebut perlu dikembangkan lagi guna tercapai kenyamanan bagi sapi perah khususnya kenyamanan termal yang berpengaruh terhadap kesehatan dan produksi susu sapi. Adapun standar kandang sapi menurut Dirljenak sebagai berikut:

Tabel 4.2 Penyusun kandang Indonesia

	Penyusun kandang	Keterangan
Material	Kayu, batu bata, atap genting, asbes, daun rumbia	Material butuh perawatan berkala khususnya daun rumbia
Jenis lantai	Semen cor	Perawatan mudah, namun menyebabkan lantai licin
Bentuk atap	Monitor, semi monitor, gable, dan shade	Memiliki empat jenis model atap yang disesuaikan dengan kondisi iklim sekitar
Orientasi	Memanjang timur-barat	Meminimalkan panas matahari
Sistem peletakkan	<i>Head to head</i> dan <i>tail to tail</i> atau sejajar	Membuat sapi menjadi tertata dan teratur, namun sapi kurang dapat bergerak bebas
Tipe kandang	Terbuka dan semi terbuka	Tipe kandang terbuka memiliki nilai ekonomis, sedangkan semi terbuka dapat melindungi dari hujan lebat
Suhu kandang	15°C-27 °C	Kisaran suhu yang dianjurkan di dalam kandang

Tidak hanya manusia, sapi perah sebenarnya juga memerlukan bangunan yang sehat, sayangnya di Indonesia belum terdapat standar khusus untuk kandang sapi yang sehat, oleh karena itu perlu dilakukan komparasi standar kandang sehat luar negeri kemudian di sesuaikan kembali dengan standar bangunan sehat di Indonesia guna mendapatkan acuan baru yaitu bangunan kandang sehat sapi perah yang bisa diterapkan di Indonesia.

Adapun komparasi luar negeri yang dapat dikomparasikan yaitu Amerika, Belanda dan Australia. Alasan pemilihan negara tersebut adalah karena Amerika memiliki banyak tipe dan model kandang sapi perah yang bisa digunakan di Indonesia,

sedangkan Belanda adalah salah satu Negara yang memiliki kualitas sapi perah dan susu terbaik didunia, dan Australia karena sapi yang memiliki kualitas terbaik di Indonesia adalah sapi perah import dari Australia.

4.4.1 Kandang sapi perah Amerika

Amerika adalah salah satu Negara yang memiliki kualitas sapi perah yang bagus tentunya hal ini ditunjang oleh iklim dan kondisi kandang. Iklim di Amerika memiliki empat musim sehingga memiliki beberapa jenis dan tipe kandang sapi perah untuk menanggapi hal tersebut.


Kondisi kandang sapi perah Amerika menganut standar ANSI-AISC 360-05 mengenai konstruksi penyusun bangunan yang dijelaskan pada tabel berikut:





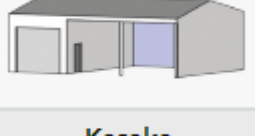
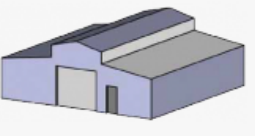
Tabel 4.3 Penyusun kandang Amerika

	Penyusun kandang	Keterangan
Material	Kolom kayu, kolom baja, partisi baja dan atap baja	Daya tahan bangunan bahan material kuat dan jangka panjang.
Jenis lantai	Semen cor, serbuk kayu dan pasir	Serbuk kayu dan pasir dapat membuat sapi menjadi nyaman karena berbahan lembut. Sedangkan semen cor rawan licin.
Bentuk atap	Monitor, semi monitor, gable, dan shade	Memiliki empat jenis model atap yang disesuaikan dengan kondisi empat musim.
Orientasi	Memanjang timur-barat	Meminimalkan panas matahari
Sistem peletakkan	<i>Freestall</i> atau bebas	Membuat sapi menjadi nyaman karena dapat bergerak bebas, namun kurang teratur
Tipe kandang	Terbuka, semi terbuka, dan tertutup	Tipe kandang terbuka memiliki nilai ekonomis, tipe kandang semi terbuka digunakan ketika musim panas, sedangkan tipe tertutup ketika musim dingin
Suhu kandang	10°C-27 °C	Kisaran suhu yang dianjurkan di dalam kandang

Peternakan sapi perah di Amerika menerapkan standar penyusun kandang seperti diatas dengan bentuk model kandang seperti berikut:

Tabel 4.4 kandang sapi tertutup Amerika

a. Mono-pitch roof style Canopy Arena		kelebihan	kelemahan
Bentuk atap pada kandang hanya satu sisi	Canopy Arena Clearspan Roof cladding	<ul style="list-style-type: none"> • Hemat biaya • Aliran udara lancar • Cocok untuk dataran rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Jika terjadi hujan mudah masuk • Panas dari matahari langsung

<p>b. Gable roof style Gable arena Bentuk atap pada kandang dua sisi</p>	 <p>Gable Arena Clearspan Roof & Gable cladding</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hemat biaya • Cocok untuk daerah tropis dataran rendah • Ruang lebih bebas • Aliran udara lancar 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas dari matahari langsung • Rawan gangguan hewan buas • Angin kencang dapat mengganggu sapi
<p>c. Mono-pitch roof style Domain Bentuk atap kandang satu sisi dan dinding yang terbuka satu sisi</p>	 <p>Domain Clearspan Roof & 3 sides</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tahan terhadap angin kencang • Cocok untuk dataran tinggi • Konstruksi lebih kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara kurang lancar • Membutuhkan pendingin buatan
<p>d. Gable roof style Highland Bentuk atap kandang dua sisi dan dinding yang terbuka satu sisi</p>	 <p>Highland Clearspan Roof & 3 sides</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tahan terhadap angin kencang • Cocok untuk dataran tinggi • Konstruksi kuat • Aliran udara lancar 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara kurang lancar • Membutuhkan pendingin buatan
<p>e. Estate Bentuk atap kandang satu sisi dan dinding yang tertutup semua sisinya</p>	 <p>Estate Clearspan Fully enclosed</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Terlindung dari gangguan luar (hewan buas) • Cocok untuk dataran tinggi • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Udara di dalam ruangan sulit berganti • Penghawaan alami kurang baik
<p>f. Karaka Bentuk kandang yang semi-tertutup dengan tambahan ruangan untuk gudang</p>	 <p>Karaka Clearspan Combination</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat ruang penyimpanan persediaan pakan ternak • Konstruksi kuat • Cocok untuk iklim 4 musim 	<ul style="list-style-type: none"> • Sirkulasi udara di dalam ruangan kurang baik
<p>Amerika Barn Bentuk kandang yang atapnya memiliki 2 tingkat dan tertutup di sisi sampingnya</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk dataran tinggi • Cocok untuk iklim 4 musim • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Ternak kurang bebas • Sirkulasi udara kurang baik

Sumber: <http://certifiedhumane.org>

Tabel diatas menunjukkan bahwa kandang sapi perah Amerika memiliki sistem penyusun yang cocok untuk sapi perah dengan kondisi empat musim. Ketika musim panas tiba sapi bisa mengalami kegerahan yang berpengaruh pada kualitas dan jumlah produksi susu oleh karena itu peternakan sapi perah di Amerika menerapkan strategi pendingin yaitu menggunakan *sprinkle* air kipas pendingin.

4.4.2 Kandang sapi perah Belanda

Negara Belanda adalah salah satu Negara yang memiliki sapi perah kualitas terbaik hal ini dipengaruhi mulai dari faktor alam, jenis sapi dan penyusun kandang. Meskipun Negara ini memiliki empat musim seperti Amerika namun jenis penyusun dan tipe yang dimiliki sedikit berbeda.

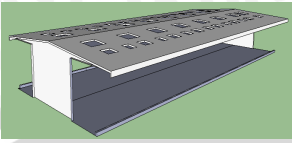
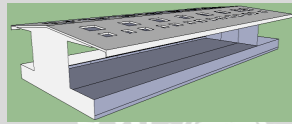
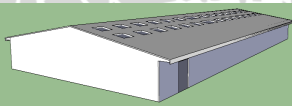
Kandang sapi perah di Belanda menerapkan standar NEN-ISO 1461:09 mengenai bahan konstruksi penyusun bangunan seperti tabel berikut:

Tabel 4.5 Penyusun kandang Belanda

	Penyusun kandang	Keterangan
Material	Kolom kayu, kolom baja, partisi baja dan atap baja	Daya tahan bangunan bahan material kuat dan jangka panjang.
Jenis lantai	Semen cor, serbuk kayu dan pasir	Serbuk kayu dan pasir dapat membuat sapi menjadi nyaman karena berbahan lembut. Sedangkan semen cor rawan licin.
Bentuk atap	Gable, dan shade	Memiliki dua jenis model atap
Orientasi	Memanjang timur-barat	Meminimalkan panas matahari
Sistem peletakkan	<i>Freestall</i> atau bebas	Membuat sapi menjadi nyaman karena dapat bergerak bebas, namun kurang teratur
Tipe kandang	Terbuka, semi terbuka, dan tertutup	Tipe kandang terbuka memiliki nilai ekonomis, tipe kandang semi terbuka digunakan ketika musim panas, sedangkan tipe tertutup ketika musim dingin
Suhu kandang	10°C-27 °C	Kisaran suhu yang dianjurkan di dalam kandang

Sebagian besar peternakan sapi perah di Belanda menerapkan material penyusun kandang seperti di atas dengan model kandang seperti berikut:

Tabel 4.6 Model kandang Belanda

		Kelebihan	kelemahan
a. Open gable style Bentuk atap kandang dua sisi dengan <i>skylight</i> dan dinding terbuka		<ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk dataran tinggi • Cocok untuk cuaca panas • Aliran udara lancar 	<ul style="list-style-type: none"> • Rawan gangguan luar • Rawan terkena hujan
b. Semi open gable style Bentuk atap dua sisi dengan <i>skylight</i> dan dinding semi tertutup		<ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk cuaca panas • Terlindung dari gangguan luar (hewan buas) • Cocok untuk dataran rendah dan tinggi • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara alami bisa masuk namun kurang maksimal • Membutuhkan kipas pendingin
c. Closed gable style Bentuk atap dua sisi dengan <i>skylight</i> dan dinding tertutup		<ul style="list-style-type: none"> • Terlindung dari gangguan luar (hewan buas) • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara alami sulit masuk • Membutuhkan kipas pendingin

Tabel di atas menunjukkan bahwa Belanda memiliki standar dan model kandang sapi perah yang cocok digunakan untuk dataran rendah maupun tinggi, dan dapat menyesuaikan dengan kondisi dingin ataupun panas sesuai dengan modelnya. Untuk musim panas diperlukan strategi pendingin untuk mencapai suhu dalam kandang yang dianjurkan.

Strategi pendingin yang dilakukan oleh Belanda adalah dengan memberikan sprinkle air, kipas pendingin dan pemberian vegetasi disekitar kandang sebagai pelindung panas. Pemberian vegetasi disekitar kandang sangat dianjurkan karena selain memiliki nilai ekonomis strategi ini dapat menjaga suhu agar tetap dingin sehingga membuat sapi menjai nyaman.

4.4.3 Kandang sapi perah Australia

Australia adalah Negara yang banyak mengexport sapi perah ke Indonesia, sapi perah yang diexport adalah sapi perah jenis FH. Meskipun memiliki empat musim sapi perah FH Australia sudah beradaptasi dengan panas yang hampir mirip dengan iklim Indonesia karena sistem kandang yang digunakan.

Kandang sapi perah yang digunakan di Australia menggunakan sistem empat musim, namun terdapat kandang khusus untuk musim panas yang menyerupai shelter atau hanya sebagai berteduh sapi ketika panas.

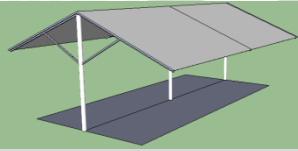
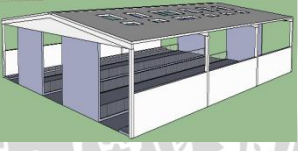
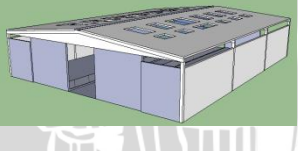
Kandang sapi Australia menerapkan standar AS/NZS 1554.1:2004 mengenai konstruksi penyusun bangunan seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Penyusun kandang Australia

	Penyusun kandang	Keterangan
Material	Kolom kayu, kolom baja, partisi baja dan atap baja	Daya tahan bangunan bahan material kuat dan jangka panjang.
Jenis lantai	Serbuk kayu dan pasir serta material yang tidak licin	Serbuk kayu dan pasir dapat membuat sapi menjadi nyaman karena berbahan lembut.
Bentuk atap	Gable, dan shade	Memiliki dua jenis model atap
Orientasi	Memanjang timur-barat	Meminimalkan panas matahari
Sistem peletakkan	<i>Freestall</i> atau bebas dan <i>head to head</i>	Membuat sapi menjadi nyaman karena dapat bergerak bebas, namun kurang teratur
Tipe kandang	Terbuka, semi terbuka, dan tertutup	Lebih banyak menggunakan tipe terbuka karena sapi yang sering di lepas di area luar
Suhu kandang	15°C-27 °C	Kisaran suhu yang dianjurkan di dalam kandang

Peternakan sapi perah di Australia menerapkan standar penyusun kandang seperti tabel diatas dan menggunakan model kandang seperti berikut:

Tabel 4.8 Model kandang Australia

		Kelebihan	kelemahan
a. Paddock shade Bentuk atap dua sisi dan terbuka, pada umumnya bisa <i>portable</i>		<ul style="list-style-type: none"> • Hemat biaya • Cocok dengan sistem sapi yang bebas • Aliran udara lancar 	<ul style="list-style-type: none"> • Rawan gangguan luar • Rawan terkena hujan • Memuat kapasitas kecil
b. Feed alley Bentuk atap dua sisi dengan dinding semi terbuka yang terdapat jalur sirkulasi ditengah dan kedua sisinya		<ul style="list-style-type: none"> • Dapat menggunakan sistem <i>freestall</i> atau <i>head to head</i> • Terlindung dari gangguan luar (hewan buas) • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara alami bisa masuk namun kurang maksimal • Membutuhkan kipas pendingin
c. Closed feed alley Bentuk atap dua sisi dengan dinding tertutup yang terdapat jalur sirkulasi ditengah		<ul style="list-style-type: none"> • Terlindung dari gangguan luar (hewan buas) • Menggunakan sistem <i>freestall</i> • Konstruksi kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Aliran udara alami bisa masuk namun kurang maksimal • Membutuhkan kipas pendingin

Tabel diatas menunjukkan penyusun kandang dan model kandang sapi perah Australia yang memanfaatkan sistem *freestall* sebagai peletakkan sapi untuk mencapai kenyamanan. Sapi perah Australia biasanya dilepas di area bebas untuk mengatasi kegerahan, namun ketika panas tiba peternak menyediakan kandang *paddock shade* yang *portable* sehingga sewaktu-waktu dapat dipindahkan.

Penggunaan paddock shade adalah ketika sapi berada di area bebas, ketika sapi berada di dalam kandang strategi pendingin buatan juga dilakukan yaitu dengan menambahkan sprinkle air dan kipas pendingin untuk mencapai kenyamanan bagi sapi perah.

4.5 Analisa penyusun kandang

Dari ketiga standar luar negeri yang sudah dijelaskan diatas perlu dilakukan analisis berdasar peraturan yang ada di Indonesia agar memunculkan konsep baru yang bisa diterapkan di Indonesia. Adapun analisa yang dilakukan yaitu dimulai dari penyusun kandang kemudian model kandang.

4.5.1 Penyusun kandang

Penyusun kandang sapi menurut acuan dasar standar Negara diatas akan dianalisa berdasar standar Indonesia sebagai berikut:

a. Material

Material yang digunakan Amerika, Belanda, dan Australia tidak jauh berbeda, namun jika dibandingkan dengan material di Indonesia akan terlihat perbedaannya pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Penyusun material

	Indonesia	Amerika, Belanda, Australia
Material	Kayu, batu bata, atap genting, asbes, daun rumbia	Kolom kayu, kolom baja, partisi baja dan atap baja

Tabel diatas menunjukkan bahwa material yang digunakan Indonesia mengikuti peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirltjenak No. 776/kpts/DJP/Deptean/1982 yaitu memiliki nilai ekonomis dan permanen. Menurut A. Yani dan Purwanto (2006) penggunaan material lokal seperti daun rumbia atau rumput kering selain memiliki nilai ekonomis tetapi juga dapat menahan radiasi matahari secara langsung karena nilai konduksi panas yang rendah sehingga dapat menjaga kelembaban dan kesehatan di dalam kandang, hal ini juga sesuai dengan peraturan Menkes No.829/Menkes/SK/VII/1999 dan Dirltjen Cipta Karya tahun 1997 mengenai bangunan sehat.

Material yang digunakan Amerika, Belanda, dan Australia juga merupakan material yang cocok untuk bangunan sehat berdasar standar Negara masing-masing, namun standar yang digunakan lebih mengutamakan keamanan dan waktu jangka panjang, sehingga jika material penyusun kandang yang digunakan oleh Amerika, Belanda, dan Australia diterapkan di Indonesia masih dapat digunakan karena masih sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh Dirljen Cipta Karya tahun 1997 mengenai material harus menjamin keamanan dan keawetan material.

b. Jenis lantai

Jenis lantai merupakan salah satu aspek kenyamanan bagi sapi di dalam kandang oleh karena itu pemilihan jenis lantai di dalam kandang cukup penting, dari Indonesia, Amerika, Belanda, dan Australia memiliki jenis lantai yang berbeda seperti tabel berikut:

Tabel 4.10 Jenis lantai

	Indonesia	Amerika dan Belanda	Australia
Jenis Lantai	Semen cor	Semen cor, serbuk kayu dan pasir	Serbuk kayu dan pasir

Tabel diatas menunjukkan bahwa jenis lantai yang digunakan di Indonesia terbuat dari material yang kedap air dan tidak lembab sesuai dengan peraturan Dirljen Cipta Karya tahun 1997 mengenai bangunan sehat, namun material semen cor kurang sesuai dengan peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirljenak No. 776/kpts/DJP/Deptean/1982 tentang lantai kandang tidak boleh licin. Penggunaan semen cor memang memiliki nilai ekonomis untuk mensiasati terjadinya licin pada kandang biasanya para peternak melapisi karpet karet pada lantai.

Jenis lantai yang digunakan Amerika, Belanda, dan Australia menggunakan material serbuk kayu dan pasir, dimana lantai yang menggunakan material ini dapat langsung dijadikan pupuk kompos setelah sapi membuang kotoran sehingga mudah dibersihkan sesuai dengan peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirljenak No. 776/kpts/DJP/Deptean/1982. Material serbuk kayu dan pasir juga dapat memberikan rasa hangat dan dapat menyesuaikan bentuk tubuh sapi ketika istirahat sehingga sapi

merasa nyaman namun dari segi ekonomis penggunaan serbuk kayu dan pasir tergolong mahal karena harus diganti secara berkala.

Jadi penggunaan material semen cor, serbuk kayu dan pasir dapat diterapkan di Indonesia karena sesuai dengan peraturan persyaratan kandang Indonesia.

c. Bentuk atap

Bentuk atap adalah aspek penyusun kandang yang berhubungan langsung dengan matahari, oleh karena itu ada bermacam-macam bentuk atap yang digunakan seperti tabel berikut

Tabel 4.11 Bentuk atap

	Indonesia dan Amerika	Belanda dan Australia
Bentuk atap	Monitor, semi monitor, gable, dan shade	Gable dan shade

Bentuk atap menurut Mulyadi dan Marsandi (2007) ada empat yaitu monitor, semi monitor, gable, dan shade, keempat model atap ini digunakan sesuai dengan daerah yang ditempati seperti atap monitor dan semi monitor untuk daerah dataran rendah, sedangkan atap gable dan shade untuk daerah dataran tinggi.

Karena di Indonesia memiliki bermacam-macam dataran maka keempat model atap tersebut dapat diterapkan di Indonesia.

d. Orientasi

Menurut Payne (1968) orientasi bangunan menentukan keseimbangan termal dan kualitas udara di dalam kandang, Indonesia, Amerika, Belanda, Australia menggunakan sistem orientasi kandang sebagai berikut:

Tabel 4.12 Orientasi

	Indonesia, Amerika, Belanda, dan Australia
Orientasi	Memanjang dari barat-timur, atau dari timur-barat

Orientasi yang digunakan keempat Negara sama yaitu dari barat ke timur atau dari timur ke barat, orientasi ini adalah orientasi bangunan yang dapat memberikan kualitas udara yang baik dan sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999 sehingga orientasi tersebut dapat diterapkan di Indonesia.

e. Sistem peletakan sapi

Sistem peletakkan sapi di Indonesia berbeda dengan sistem peletakkan di Amerika, Belanda, dan Australia terlihat dari tabel berikut:

Tabel 4.13 Sistem peletakkan sapi

	Indonesia	Amerika, Belanda dan Australia
Sistem peletakkan sapi	Sejajar atau <i>head to head</i>	Bebas atau <i>freestall</i>

Tabel diatas menunjukkan bahwa sistem peletakkan sapi Indonesia menggunakan sistem sejajar atau *head to head* keunggulan sistem peletakkan ini adalah sapi menjadi tertata dan rapi, namun kelemahan sistem ini adalah sapi kurang bisa bergerak bebas dan bisa terjadi kegerahan karena sapi yang berdekatan satu sama lain.

Sistem peletakkan sapi Amerika, Belanda, dan Australia adalah bebas atau *freestall* sistem ini membuat sapi dapat membuat sapi bergerak bebas sesuai keinginan, namun sistem ini membuat sapi tidak tertata dan sulit dalam membersihkan kandang, biasanya sistem ini untuk kandang yang luas. Sistem peletakkan sapi sejajar dan bebas dapat digunakan di Indonesia karena sistem ini tidak merugikan dan dapat disesuaikan dengan kondisi kandang.

f. Tipe kandang

Menurut Panjono dan Baliarti (2009) ada dua tipe kandang sapi, yaitu kandang sapi tertutup dan terbuka, terdapat tipe kandang semi terbuka namun tipe tersebut masih termasuk kandang tertutup. Kandang sapi di Indonesia menggunakan dua tipe, sedangkan Amerika, Belanda, dan Australia menggunakan 3 tipe kandang, hal tersebut terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 4.14 Tipe kandang

	Indonesia	Amerika, Belanda, dan Australia
Tipe kandang	Terbuka dan semi terbuka	Terbuka, semi terbuka, dan tertutup

Tipe kandang di Indonesia menggunakan tipe terbuka dan semi terbuka dikarenakan Indonesia hanya memiliki dua musim, sedangkan Amerika, Belanda, dan Australia menggunakan tipe kandang terbuka, semi terbuka, dan tertutup.

Penggunaan tipe kandang terbuka banyak digunakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis dan penyusunnya hanya atap dan lantai, selain itu kandang tipe terbuka dapat mempermudah aliran udara yang masuk kedalam kandang yang sesuai dengan Direktur Jendral Peternakan Dirlitjenak No. 776/kpts/DJP/Depteian/1982 dan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999, namun kandang tipe terbuka beresiko gangguan lingkungan luar dan penularan penyakit (Panjono Baliarti, 2009). Tipe kandang terbuka juga digunakan di luar negeri khususnya Australia, di Negara ini banyak menggunakan kandang tipe ini karena digunakan sebagai peneduh sementara yang didukung sistem sapi *freestall*.

Tipe tertutup banyak digunakan di luar negeri seperti Amerika, Belanda, dan Australia karena iklimnya yang cocok, selain itu dapat melindungi sapi dari gangguan luar. Penggunaan tipe kandang tertutup di Indonesia bisa diterapkan jika dilakukan modifikasi yang tepat untuk memenuhi persyaratan bangunan sehat menurut Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999 yaitu terbebas dari gangguan luar dan bebas dari penularan penyakit. Untuk tipe semi terbuka merupakan bentuk modifikasi dari kandang tertutup dimana dapat menyesuaikan lingkungan sekitar.

Sehingga tipe terbuka, semi terbuka dan tertutup dapat diterapkan di Indonesia namun perlu dilakukan modifikasi kandang dan disesuaikan dengan kondisi daerah di Indonesia.

g. Suhu dalam kandang dan strategi pendingin

Suhu nyaman sapi adalah kondisi dimana suhu di dalam kandang tidak panas atau membuat sapi menjadi kegerahan, jika sapi mengalami kegerahan maka sapi akan mengalami stress sehingga memengaruhi produksi susu sapi (Sastry dkk, 1982). Di Indonesia, Amerika, Belanda, dan Australia sudah melakukan modifikasi kandang untuk mencapai suhu nyaman bagi sapi terlihat pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Suhu dalam kandang dan strategi pendingin

	Indonesia	Amerika	Belanda	Australia
Strategi pendingin	Sprinkle air dan kipas	Sprinkle air dan kipas	Sprinkle air, kipas dan vegetasi	Sprinkle air, kipas dan vegetasi
Suhu kandang	15°C-27 °C	10°C-27 °C	10°C-27 °C	15°C-27 °C

Tabel diatas menunjukkan bahwa meskipun strategi pendingin yang dilakukan sama tetapi masing-masing Negara memiliki standar suhu kandang yang harus tercapai. Strategi pendingin yang dilakukan Indonesia dan Amerika adalah menggunakan sprinkle air dan kipas pendingin kelebihan strategi ini yaitu dapat menurunkan suhu tubuh sapi secara efektif namun kekurangan strategi ini yaitu diperlukannya air bersih yang sangat banyak.

Strategi pendingin yang dilakukan Belanda dan Australia adalah menggunakan sprinkle air, kipas dan vegetasi. Penanaman vegetasi peneduh disekitar kandang selain dapat mengurangi polusi tetapi juga dapat mengurangi panas matahari (Albright, 1987). Kelebihan penanaman vegetasi disekitar kandang yaitu dapat membantu mengurangi panas dinding sebesar 2° C (Braatz, 1993) hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia No.829/Menkes/SK/VII/1999 mengenai kualitas suhu udara bangunan sehat, namun untuk menggunakan strategi penanaman vegetasi disekitar kandang perlu dilakukan perawatan yang rutin agar kualitas vegetasi tetap terjaga.

Jadi penggunaan strategi pendingin dengan sprinkle air dan kipas dapat dilakukan jika dibutuhkan dan dalam kondisi cuaca yang ekstrim, sedangkan strategi penanaman vegetasi disekitar kandang harus dilakukan untuk tercapai suhu nyaman bagi sapi.

4.5.2 Hasil analisis penyusun kandang

Analisis penyusun kandang yang sudah dilakukan diatas sudah disesuaikan dengan peraturan di Indonesia sehingga hasil analisis yang sudah dilakukan dapat diterapkan di Indonesia terlihat dari tabel berikut:


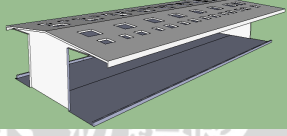

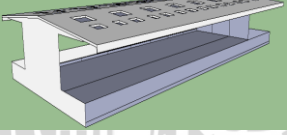
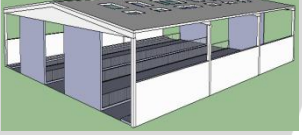
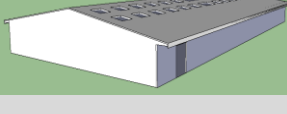
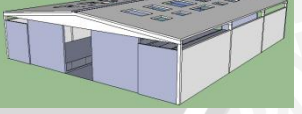
Tabel 4.16 Perbandingan standar penyusun kandang

	Penyusun kandang	keterangan
Material	Kayu, batu bata, baja, atap genting, atap rumbia, atap baja	Memberikan nilai ekonomis dan memiliki daya tahan yang kuat
Jenis lantai	Semen cor, serbuk kayu dan pasir	Serbuk kayu dan pasir bersifat kering dan tidak menyebabkan lembab
Bentuk atap	Monitor, semi monitor, gable, dan shade	Bentuk atap menyesuaikan daerah yang digunakan
Orientasi	Memanjang timur-barat	Menghindari intensitas panas matahari
Sistem peletakkan sapi	<i>Freestall</i> atau bebas Sejajar atau <i>head to head</i>	Sistem <i>freestall</i> dapat menghindari sapi saling berdekatan yang menyebabkan panas tubuh meningkat
Tipe kandang	Terbuka, semi terbuka dan tertutup	Tipe terbuka dan semi terbuka menggunakan sistem <i>head to head</i> , sedangkan tipe tertutup menggunakan sistem <i>freestall</i>
Suhu dalam kandang	10°C-27 °C	Suhu standar kandang sapi di Indonesia yang harus tercapai
Strategi pendingin kandang	Sprinkle air, kipas, dan vegetasi	Dapat membantu menurunkan suhu di dalam kandang sapi perah

Untuk dimensi kandang akan menggunakan luasan bangunan eksisting dengan menyesuaikan jumlah kapasitas sapi di dalam kandang, menurut Unit Teaching and Research Farm Fakultas Peternakan Unsoed luas kandang 6m x 18m dapat menampung 20 ekor sapi jika peletakkan sapi sejajar dan dapat menampung 15 ekor sapi jika peletakkan sapi di dalam kandang bebas, sedangkan kandang sapi Amerika, Belanda dan Australia menggunakan modul yang menyesuaikan dengan material yang digunakan.

Penyusun kandang yang sudah di analisis berdasar peraturan pada tabel diatas dapat dimodifikasi dan dilengkapi dengan bentuk tipe model yang sudah disesuaikan dengan peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirljenak No. 776/kpts/DJP/Depteam/1982 seperti berikut:

Tabel 4.17 hasil perbandingan penyusun kandang

	Amerika	Belanda	Australia
Tipe terbuka	 Gable arena	 Open gable style	
Tipe semi terbuka	 Gable roof style Highland	 Semi open gable style	 Feed alley
Tipe tertutup		 Closed gable style	 Closed feed alley

Hasil dari analisis penyusun kandang dan model tipe kandang diatas dapat digunakan sebagai konsep acuan dasar kandang sapi di Indonesia bertujuan tercapainya kenyamanan bagi sapi perah yang berpengaruh pada produksi susu sapi.

4.6 Validasi desain atau uji simulasi kandang

Untuk mengetahui kondisi temperatur di dalam dan diluar bangunan kandang dilakukan pengukuran dan uji simulasi dengan menggunakan *software Ecotect Analysis*, dalam hal ini bangunan kandang eksisting dan model desain akan disimulasikan agar terlihat bagian yang perlu dilakukan modifikasi atau perlu dilakukan desain baru sehingga dapat mencapai temperatur yang diinginkan.

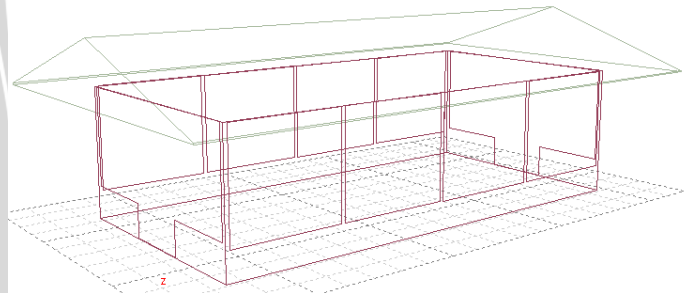
4.6.1 Uji simulasi kandang eksisting

Terdapat dua model kandang di UPTPT dan HMT Kota Batu yaitu model kandang terbuka dan semi terbuka, kedua model kandang tersebut memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai tempat istirahat sapi sekaligus tempat pemerahan sapi.

Menurut Coolier (1986), kondisi termal di dalam kandang mempengaruhi produktivitas sapi perah, oleh karena itu dilakukan pengecekan kondisi kandang eksisting berdasar data yang telah diambil pada tanggal 14 desember 2015 dengan menggunakan simulasi sebagai berikut:

a. Kandang terbuka

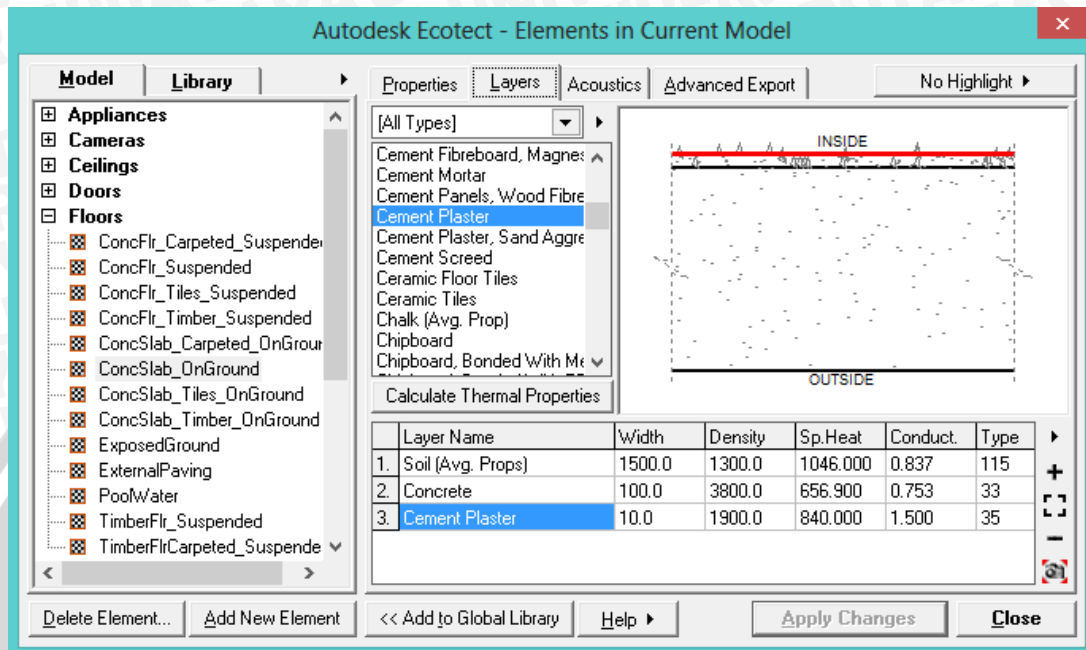
Kandang terbuka eksisting hanya terdiri dari lantai, kolom penyangga dan atap, sehingga memiliki bukaan atau void yang banyak pada kandang.



Gambar 4.18 model simulasi kandang terbuka eksisting

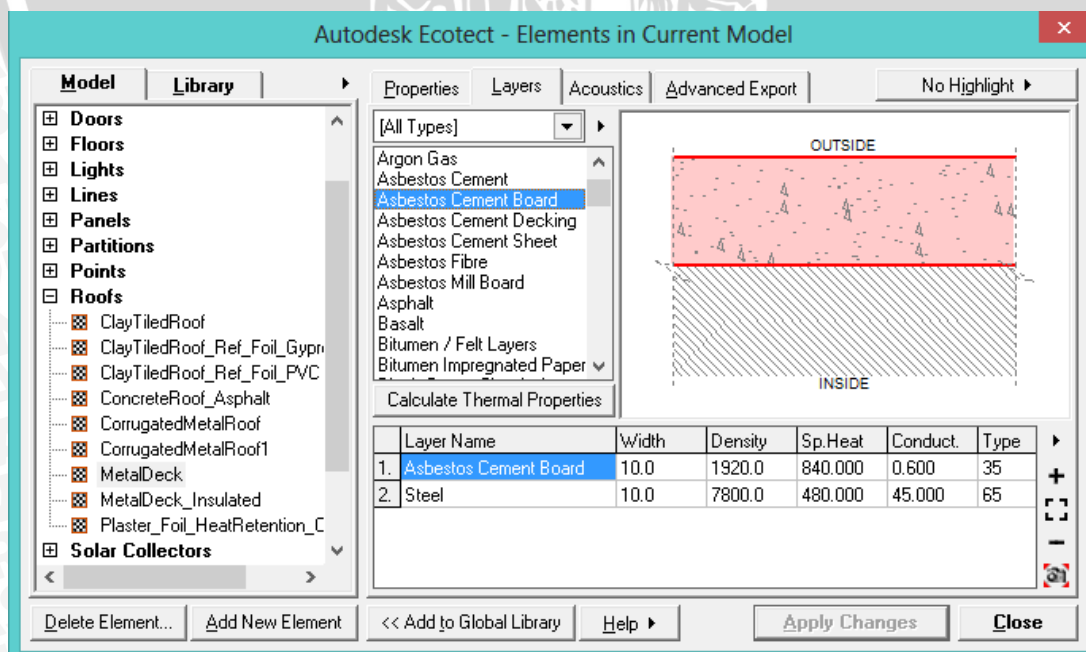
Setelah dilakukan modeling kandang eksisting selanjutnya mengatur simulasi model kandang yang digunakan sebagai bahan simulasi berikut:

- Lantai
Menggunakan semen cor atau plester



Gambar 4.19 Pengaturan material lantai simulasi kandang terbuka eksisting

- Atap
Menggunakan material atap asbes dengan rangka baja



Gambar 4.20 Pengaturan material atap simulasi kandang terbuka eksisting

Setelah memilih pengaturan modeling dan material pada kandang terbuka eksisting, selanjutnya dilakukan analisa suhu di dalam dan diluar kandang berdasarkan simulasi.

Tabel 4.18 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka eksisting

hour	inside	outside
0:00:00	26.1	26.1
1:00:00	26.1	26.1
2:00:00	26.2	25.6
3:00:00	26	25
4:00:00	26	25
5:00:00	26	25
6:00:00	25.9	25.6
7:00:00	25.9	25.6
8:00:00	25.9	25
9:00:00	25.8	25
10:00:00	26.7	25
11:00:00	26.7	25
12:00:00	27.8	25.6
13:00:00	28.7	26.1
14:00:00	27.8	26.1
15:00:00	28.2	26.7
16:00:00	29.1	26.1
17:00:00	27.9	26.1
18:00:00	27.1	26.1
19:00:00	25.9	25.6
20:00:00	25.9	25.6
21:00:00	25.9	25.6
22:00:00	25.7	25
23:00:00	25.6	24.3

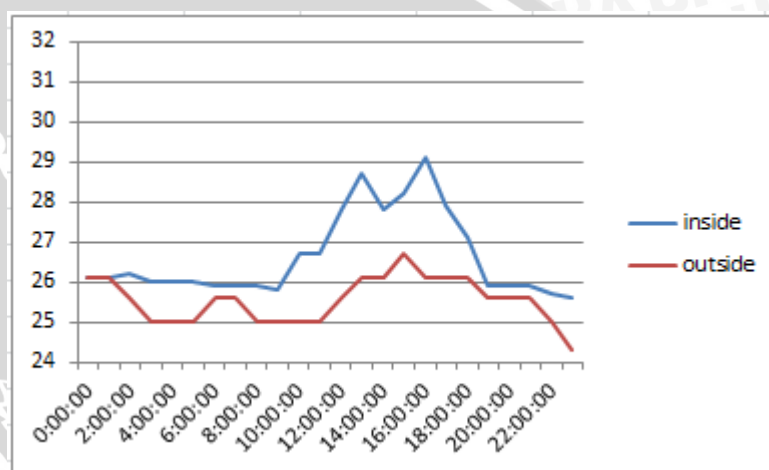


Diagram 4.3 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka eksisting

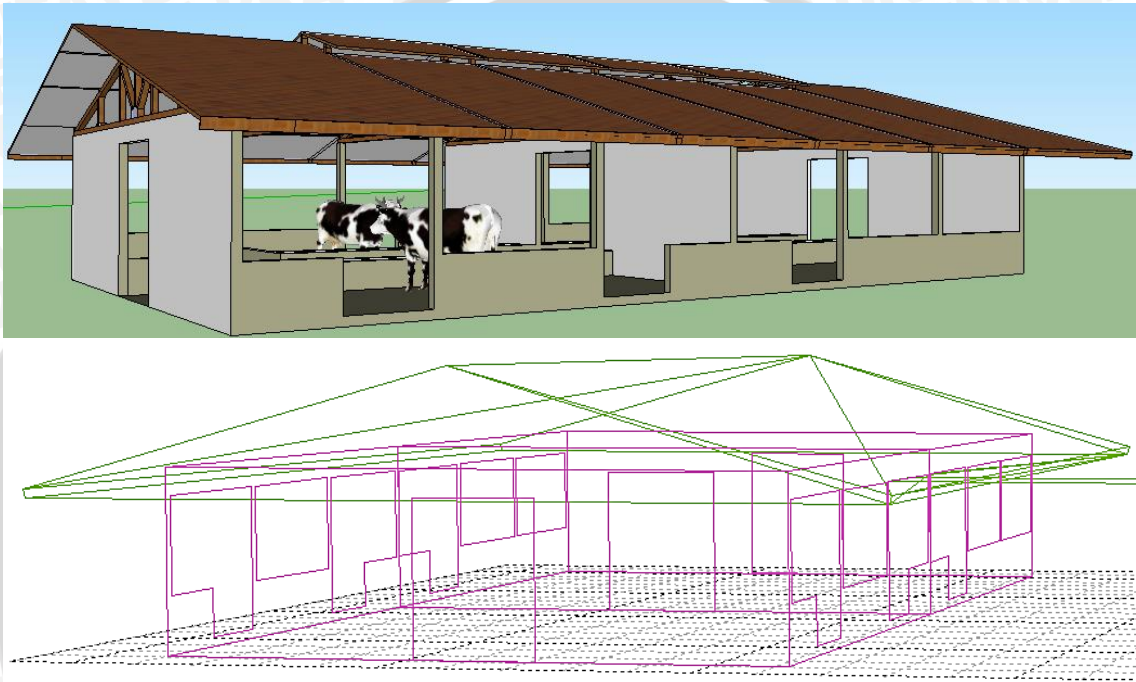
Dari hasil simulasi kandang terbuka eksisting diatas menunjukkan bahwa perbedaan suhu di dalam ruangan dengan diluar ruangan memiliki perbedaan yang jauh terutama pada pukul 13.00 sampai 19.00 dimana suhu di dalam ruangan mencapai suhu maksimal sebesar 29,1 °C pada pukul 16.00 dan minimal 25,6 °C pada pukul 23.00 dengan perbedaan suhu 3,5 °C dan suhu rata-rata 26,6 °C, sedangkan suhu maksimal di luar ruangan sebesar 26,7 °C pada 15.00 dan minimal sebesar 24,3 °C pada pukul 23.00 dengan perbedaan suhu 2,4 °C.

Suhu udara kandang terbuka eksisting sudah memenuhi standar suhu bangunan sehat menurut Keputusan Menteri Kesehatan Indonesia

No.829/Menkes/SK/VII/1999 dimana suhu yang harus dicapai antara $18^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, namun belum mencapai suhu ideal ternak tropis yaitu $10^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ (Williamson dan Payne, 1968)

b. Kandang semi terbuka

Kandang semi terbuka eksisting terdiri dari lantai dinding dan atap namun memiliki bukaan atau void yang cukup

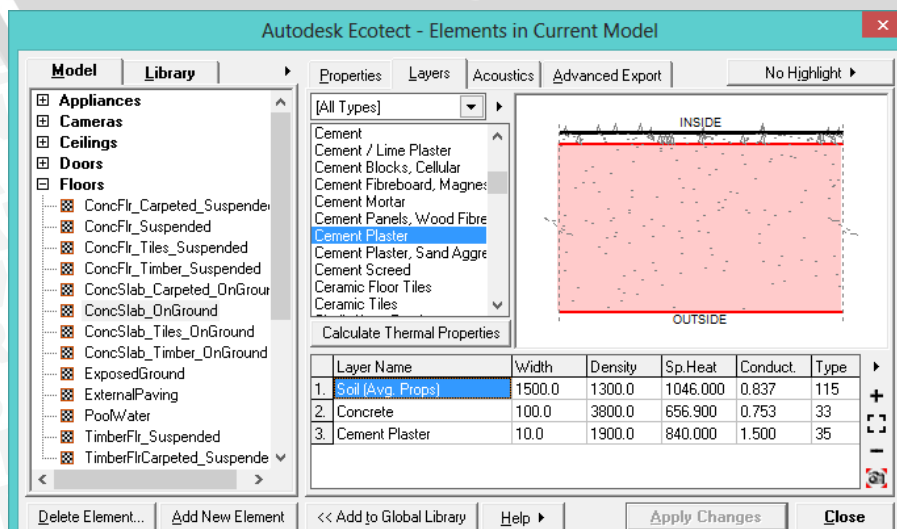


Gambar 4.21 model simulasi kandang semi terbuka eksisting

Setelah dilakukan modeling kandang eksisting selanjutnya mengatur material yang digunakan pada kandang sebagai bahan simulasi berikut:

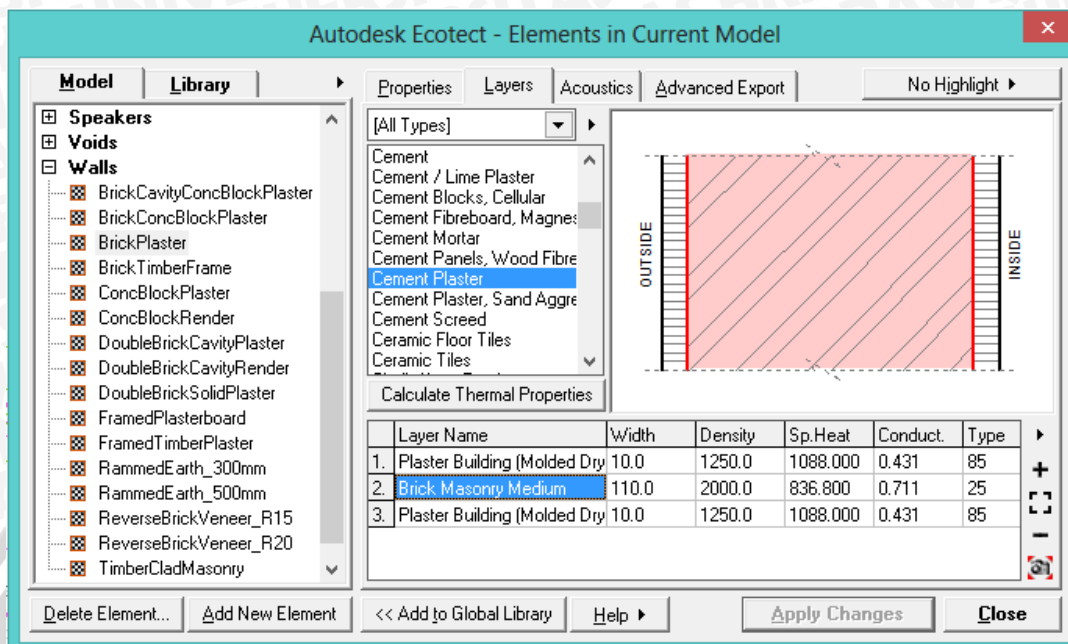
- Lantai

Menggunakan semen cor atau plester



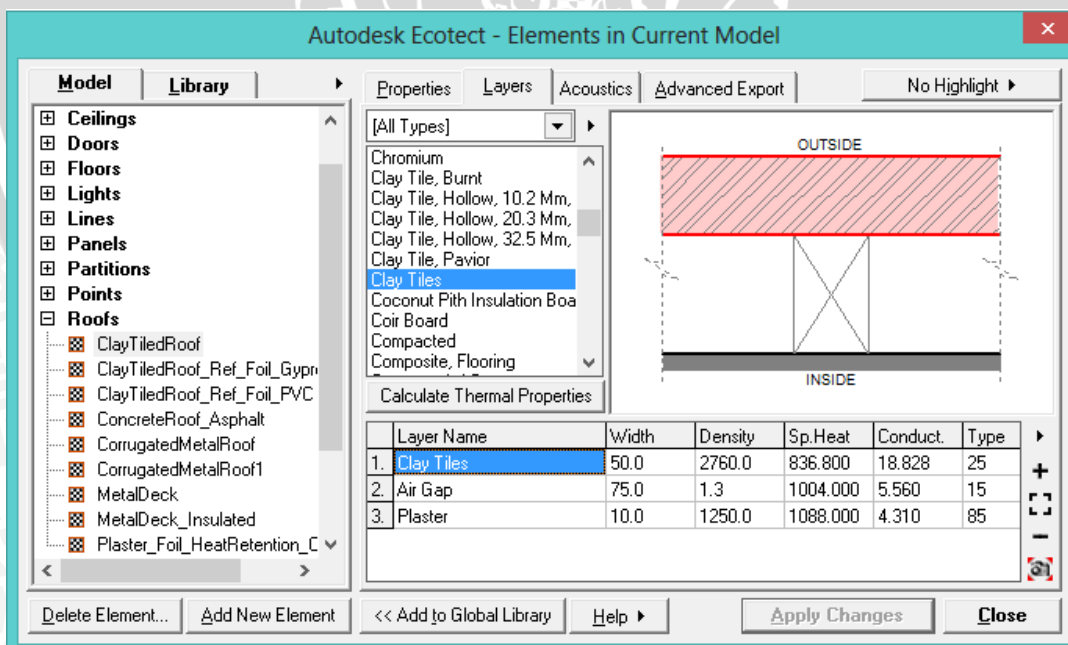
Gambar 4.22 Pengaturan material lantai simulasi kandang semi terbuka eksisting

- Dinding
Menggunakan batu bata yang di plester



Gambar 4.23 Pengaturan material dinding simulasi kandang semi terbuka eksisting

- Atap
Menggunakan material atap genteng dengan rangka kuda-kuda kayu



Gambar 4.24 Pengaturan material atap simulasi kandang semi terbuka eksisting

Setelah memilih pengaturan modeling dan material pada kandang semi terbuka eksisting, selanjutnya dilakukan analisa suhu di dalam dan diluar kandang berdasarkan simulasi.

Tabel 4.19 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka eksisting

hour	inside	outside
0:00:00	28	26.1
1:00:00	28	26.1
2:00:00	27.9	25.6
3:00:00	27.8	25
4:00:00	27.8	25
5:00:00	27.8	25
6:00:00	27.9	25.6
7:00:00	27.9	25.6
8:00:00	28.1	25
9:00:00	27.9	25
10:00:00	28.1	25
11:00:00	28.1	25
12:00:00	29	25.6
13:00:00	29.8	26.1
14:00:00	29.2	26.1
15:00:00	29.1	26.7
16:00:00	29.6	26.1
17:00:00	29	26.1
18:00:00	28	26.1
19:00:00	27.9	25.6
20:00:00	27.9	25.6
21:00:00	27.9	25.6
22:00:00	27.8	25
23:00:00	27.6	24.3

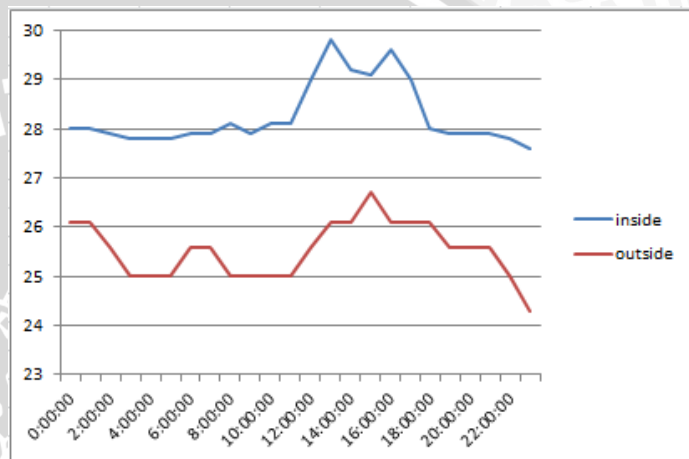


Diagram 4.4 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka eksisting

Dari hasil simulasi kandang semi terbuka eksisting diatas menunjukkan bahwa perbedaan suhu di dalam ruangan dengan di luar ruangan memiliki perbedaan yang jauh di setiap jamnya, dimana suhu di dalam ruangan mencapai suhu maksimal sebesar 29,8 °C pada pukul 13.00 dan minimal 27,6 °C pada pukul 23.00 dengan perbedaan suhu 2,2 °C, sedangkan suhu maksimal di luar ruangan sebesar 26,7 °C pada 15.00 dan minimal sebesar 24,3 °C pada pukul 23.00 dengan perbedaan suhu 2,4 °C.

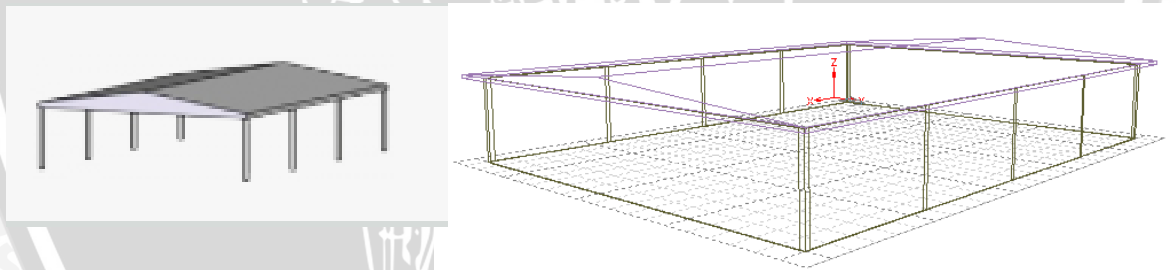
Jika dilihat dari hasil kedua simulasi kandang diatas, kandang semi terbuka memiliki suhu lebih panas dibandingkan kandang terbuka tentunya hal ini dipengaruhi oleh model dan material yang digunakan pada kandang, meskipun kandang semi terbuka eksisting memenuhi suhu nyaman bangunan sehat tetapi belum memenuhi suhu ideal ternak tropis.

4.6.2 Uji simulasi desain kandang

Setelah mengetahui hasil dari uji simulasi termal kandang ternyata masih belum memenuhi kriteria suhu ideal untuk sapi, oleh karena itu dilakukan desain kandang yang baru berdasar model kandang Amerika, Belanda dan Australia yang sesuai berdasarkan peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirlitjen No. 776/kpts/DJP/Deptean/1982 agar suhu ideal pada sapi dapat tercapai.

a. Kandang terbuka model Amerika

Kandang terbuka model Amerika yang dapat digunakan adalah kandang tipe gable arena dengan ukuran 18m x 23m, dimana semua sisinya terbuka dan hanya atap sebagai naungan.

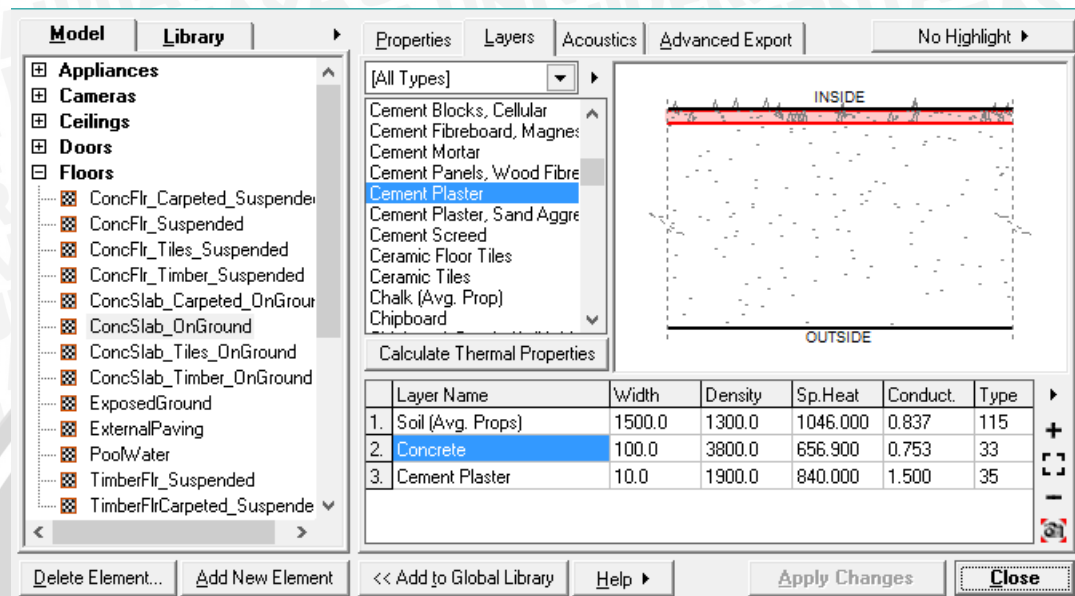


Gambar 4.25 model simulasi kandang terbuka Amerika

Proses setelah pembuatan modeling kandang adalah menyesuaikan material yang digunakan pada kandang sebagaiberikut:

- Lantai

Menggunakan material semen cor atau plester

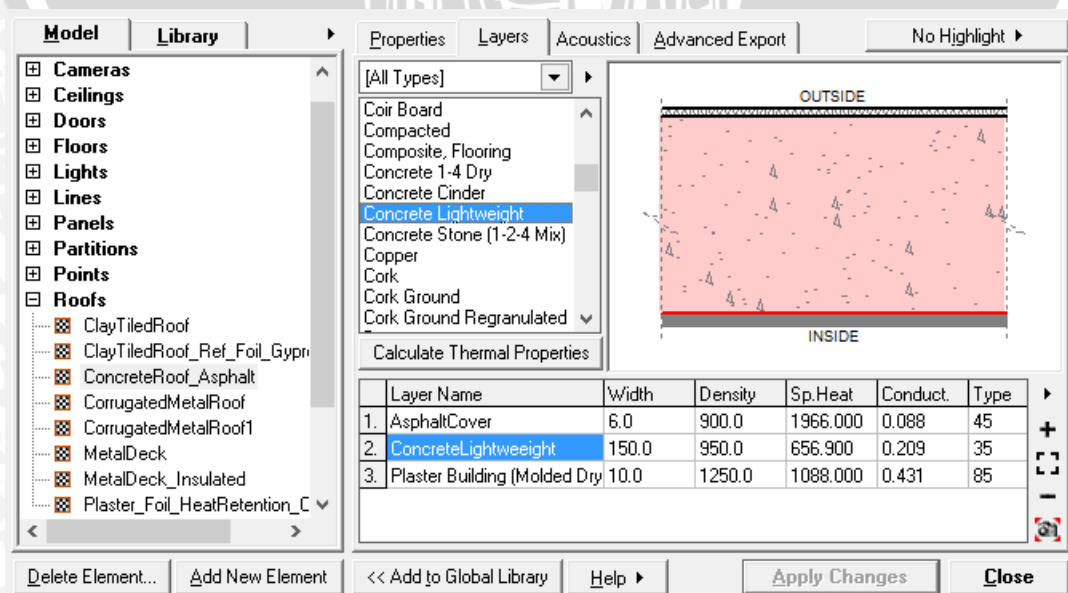


Gambar 4.26 Pengaturan material lantai simulasi kandang terbuka Amerika

model kandang belanda menggunakan material lantai semen cor atau plester dan gergaji kayu, namun untuk model kandang terbuka hanya menggunakan semen cor.

- Atap

Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.27 Pengaturan material atap simulasi kandang terbuka Amerika

Modeling dan material yang dipilih selanjutnya diuji simulasikan untuk mengetahui temperatur di dalam kandang dan diluar kandang terbuka model Amerika.

Tabel 4.20 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka Amerika

hour	inside	outside
0:00:00	27	26.1
1:00:00	27	26.1
2:00:00	26.9	25.6
3:00:00	26.7	25
4:00:00	26.7	25
5:00:00	26.7	25
6:00:00	26.9	25.6
7:00:00	26.9	25.6
8:00:00	27	25
9:00:00	26.9	25
10:00:00	27	25
11:00:00	27	25
12:00:00	28	25.6
13:00:00	28.9	26.1
14:00:00	28.3	26.1
15:00:00	28.3	26.7
16:00:00	29.1	26.1
17:00:00	28.4	26.1
18:00:00	27	26.1
19:00:00	26.9	25.6
20:00:00	26.9	25.6
21:00:00	26.9	25.6
22:00:00	26.7	25
23:00:00	26.5	24.3

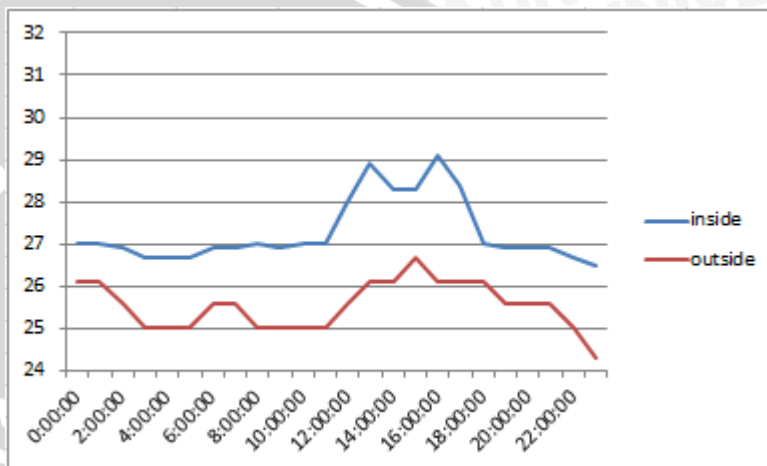
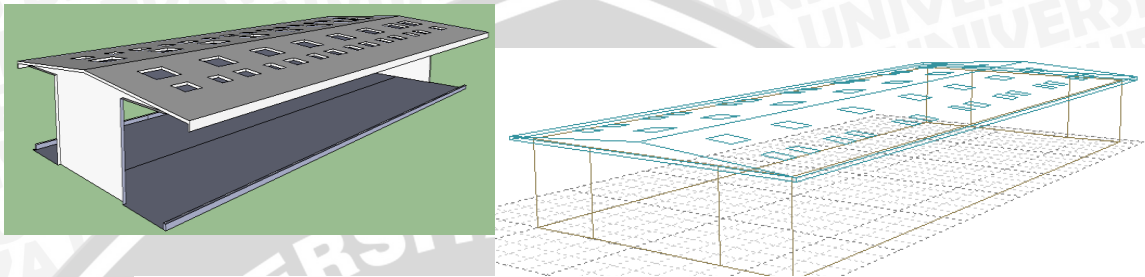


Diagram 4.5 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka Amerika

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa suhu maksimal di dalam kandang adalah 29,1 °C pada pukul 16.00 sedangkan suhu terendah adalah 26,5 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 2,6 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang ini adalah 27,2 °C dimana suhu tersebut sudah memenuhi kriteria suhu bangunan sehat namun belum memenuhi suhu ideal ternak tropis.

b. Kandang terbuka model Belanda

Kandang terbuka model Belanda yang dapat digunakan di Indonesia adalah tipe *Open Gable Style* dimana pada sisi dinding dua tertutup dan dua terbuka sedangkan pada bagian atap terdapat void.



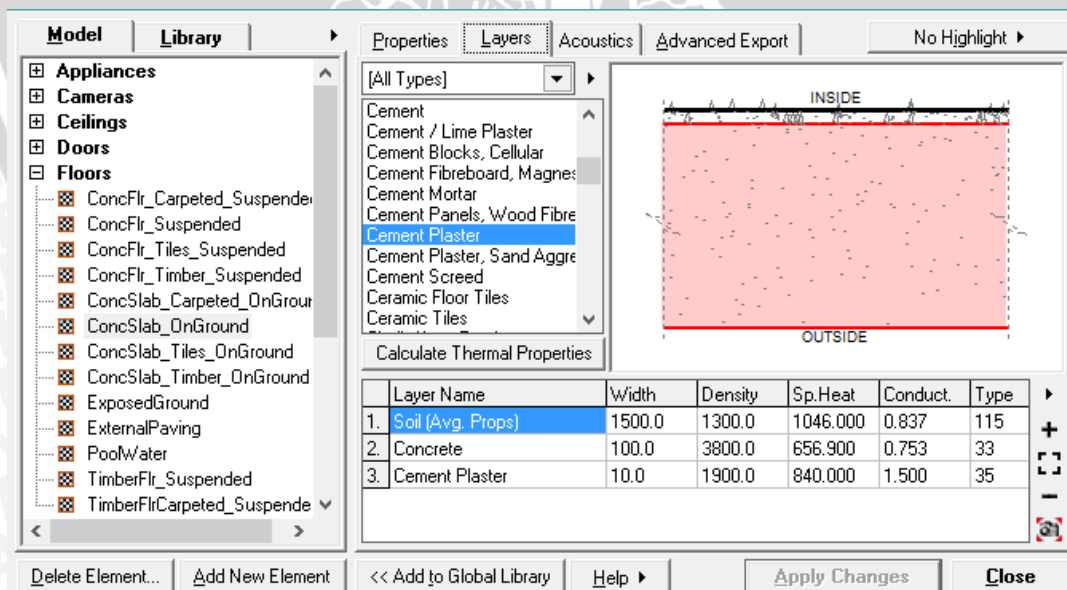
Gambar 4.28 model simulasi kandang terbuka Belanda

Model kandang ini memiliki dimensi 18m x 23m x 3,5m dengan terdapat void atau bukaan pada sisi atap merupakan strategi pendingin untuk menyalurkan panas pada kandang sekaligus memberikan pencahayaan alami yang didukung dengan material pada kandang.

Penggunaan material pada model kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Menggunakan material semen cor atau plester

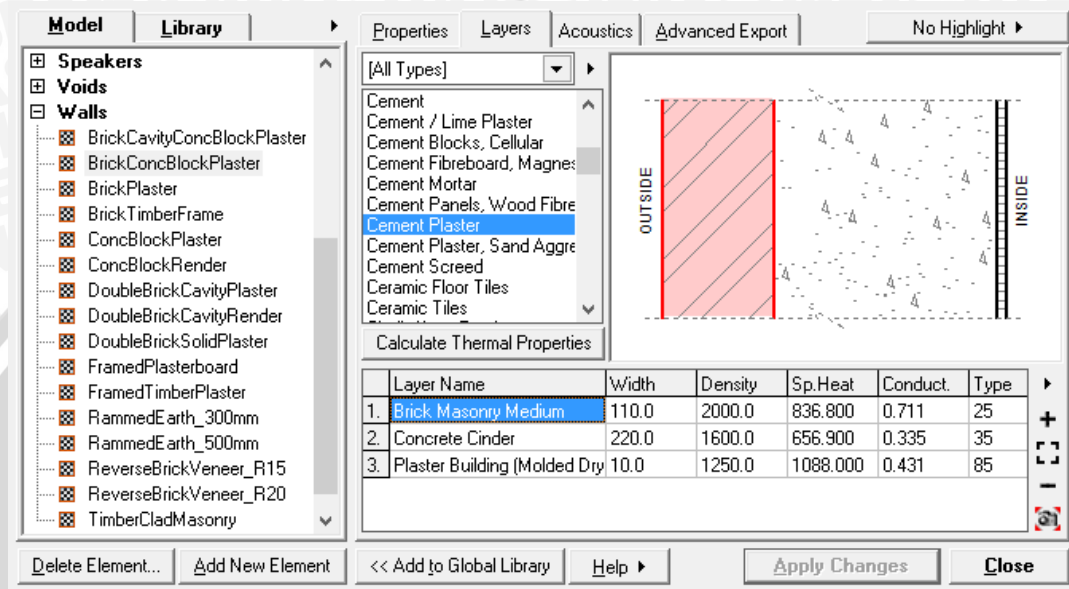


Gambar 4.29 Pengaturan material lantai simulasi kandang terbuka Belanda

model kandang belanda menggunakan material lantai semen cor atau plester dan serbuk kayu, namun untuk model kandang terbuka hanya menggunakan semen cor.

- Dinding

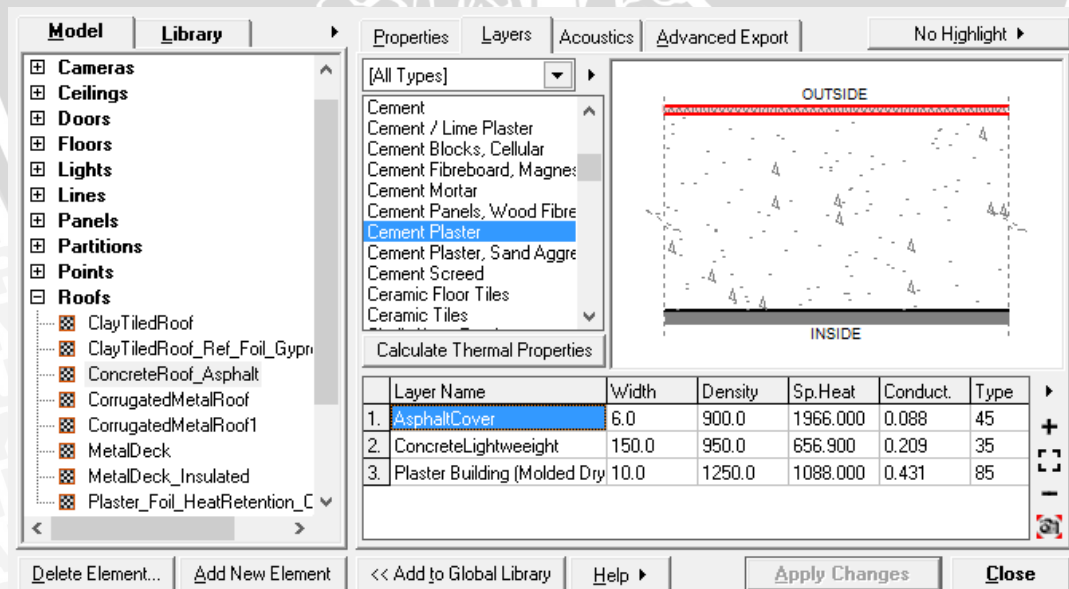
Menggunakan material batu bata plester



Gambar 4.30 Pengaturan material dinding simulasi kandang terbuka Belanda

- Atap

Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.31 Pengaturan material atap simulasi kandang terbuka Belanda

Setelah mengatur pemilihan material pada modeling pada kandang, selanjutnya dilakukan analisa suhu di dalam dan diluar kandang berdasarkan simulasi.

Tabel 4.21 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka Belanda

hour	inside	outside
0:00:00	26.6	26.1
1:00:00	26.6	26.1
2:00:00	26.3	25.6
3:00:00	26.1	25
4:00:00	26.1	25
5:00:00	26.1	25
6:00:00	26.3	25.6
7:00:00	26.3	25.6
8:00:00	26.8	25
9:00:00	26.5	25
10:00:00	26.8	25
11:00:00	26.8	25
12:00:00	29	25.6
13:00:00	30.9	26.1
14:00:00	29.3	26.1
15:00:00	28.8	26.7
16:00:00	30	26.1
17:00:00	28	26.1
18:00:00	26.5	26.1
19:00:00	26.3	25.6
20:00:00	26.4	25.6
21:00:00	26.4	25.6
22:00:00	26.1	25
23:00:00	25.8	24.3

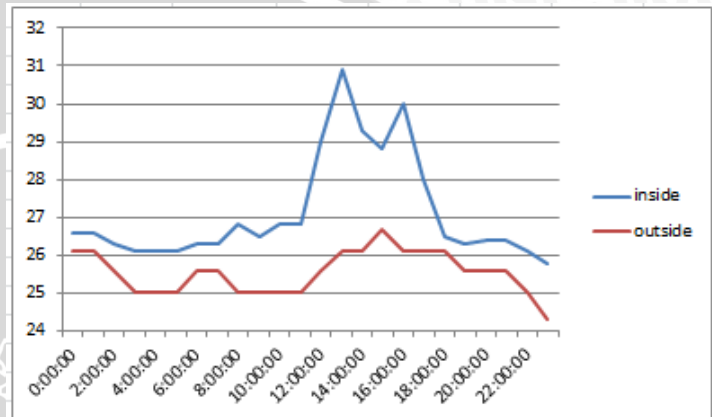
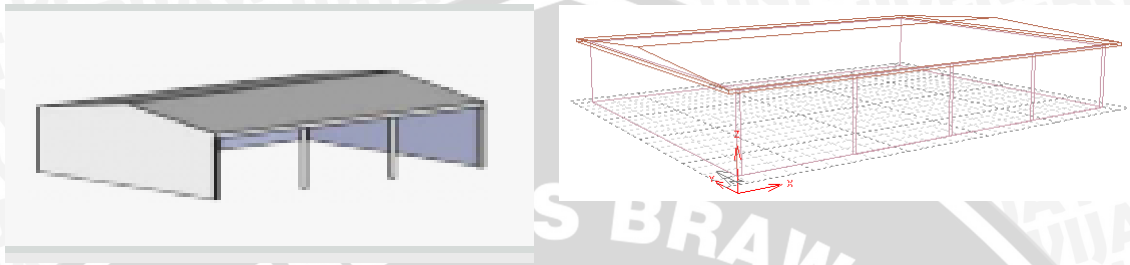


Diagram 4.6 hasil suhu di dalam dan di luar kandang terbuka Belanda

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa suhu maksimal di dalam kandang adalah 30,9 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 25,8 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 5,1 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang ini adalah 27,1 °C dimana suhu tersebut sudah memenuhi kriteria suhu bangunan sehat namun belum memenuhi suhu ideal ternak tropis.

c. Kandang semi terbuka Amerika

Kandang semi terbuka Amerika yang dapat digunakan di Indonesia adalah tipe kandang *Gable Roof Style Highland* yang tersusun dari tiga sisi dinding tertutup dan satu dinding terbuka.

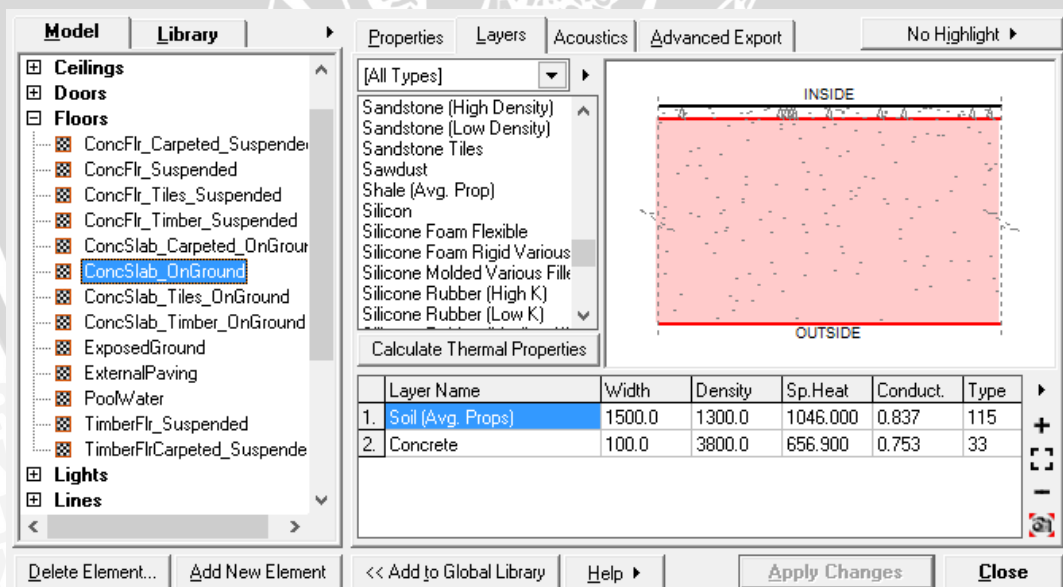


Gambar 4.32 model simulasi kandang semi terbuka Amerika

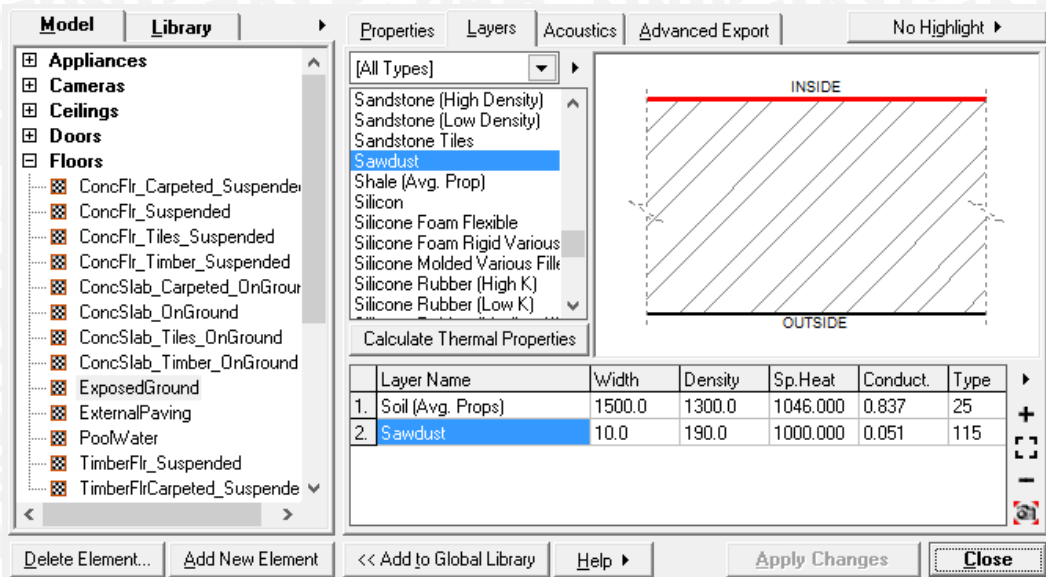
Material yang digunakan pada tipe kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Material lantai yang digunakan pada tipe kandang ini adalah semen cor atau plester dan serbuk kayu.



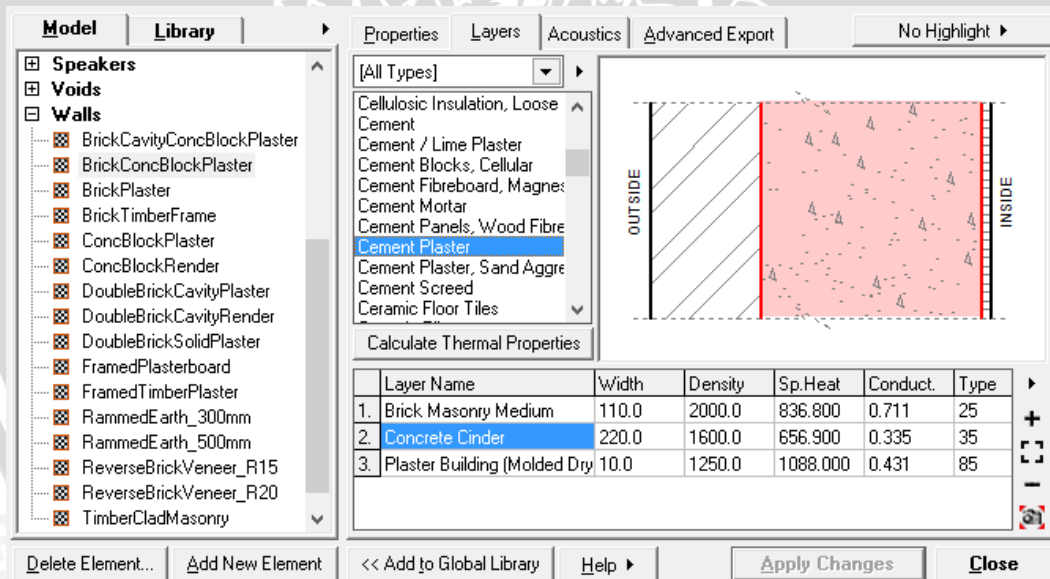
Gambar 4.33 Pengaturan material lantai semen plester pada simulasi kandang semi terbuka Amerika



Gambar 4.34 Pengaturan material lantai serbuk kayu pada simulasi kandang semi terbuka Amerika

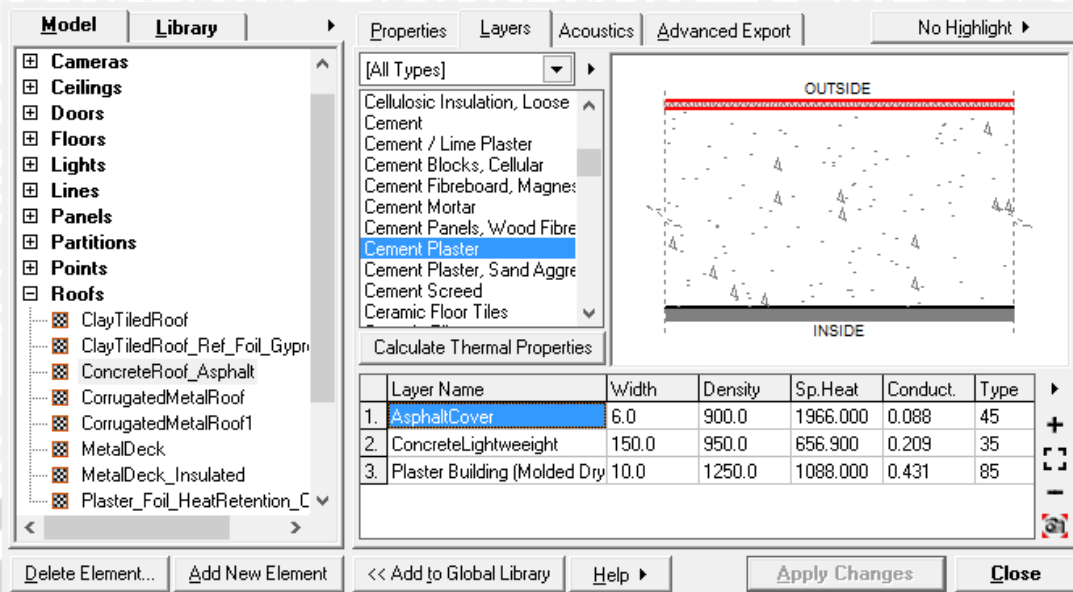
- Dinding

Menggunakan material batu bata plester



Gambar 4.35 Pengaturan material dinding pada simulasi kandang semi terbuka Amerika

- Atap
Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.36 Pengaturan material atap pada simulasi kandang semi terbuka Amerika

Setelah dilakukan pemilihan material dilakukan uji simulasi kandang untuk mengetahui suhu di dalam kandang dan diluar kandang

Tabel 4.22 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Amerika dengan material lantai semen cor

hour	inside	outside
0:00:00	28.2	26.1
1:00:00	28.2	26.1
2:00:00	28.1	25.6
3:00:00	28	25
4:00:00	28	25
5:00:00	28	25
6:00:00	28.1	25.6
7:00:00	28.1	25.6
8:00:00	28.1	25
9:00:00	28	25
10:00:00	28.1	25
11:00:00	28	25
12:00:00	28.5	25.6
13:00:00	28.9	26.1
14:00:00	28.7	26.1
15:00:00	28.7	26.7
16:00:00	28.9	26.1
17:00:00	28.7	26.1
18:00:00	28.1	26.1
19:00:00	28	25.6
20:00:00	28.1	25.6
21:00:00	28.1	25.6
22:00:00	28	25
23:00:00	27.9	24.3

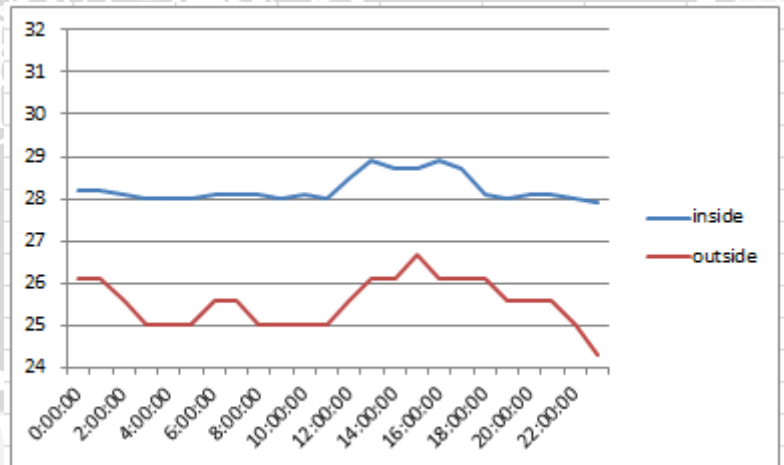


Diagram 4.7 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Amerika dengan material lantai semen cor

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai semen cor menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 28,9 °C pada pukul 13.00 dan 16.00 sedangkan suhu terendah adalah 27,9 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 1 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,2 °C.

Sedangkan suhu di dalam kandang dengan menggunakan material serbuk kayu adalah sebagai berikut.

Tabel 4.23 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Amerika dengan material serbuk kayu

hour	inside	outside
0:00:00	28.3	26.1
1:00:00	28.2	26.1
2:00:00	28.1	25.6
3:00:00	28	25
4:00:00	28	25
5:00:00	28	25
6:00:00	28	25.6
7:00:00	28	25.6
8:00:00	28.1	25
9:00:00	28	25
10:00:00	28	25
11:00:00	28	25
12:00:00	28.5	25.6
13:00:00	28.9	26.1
14:00:00	28.6	26.1
15:00:00	28.7	26.7
16:00:00	28.9	26.1
17:00:00	28.7	26.1
18:00:00	28.1	26.1
19:00:00	28	25.6
20:00:00	28	25.6
21:00:00	28.1	25.6
22:00:00	28	25
23:00:00	27.9	24.3

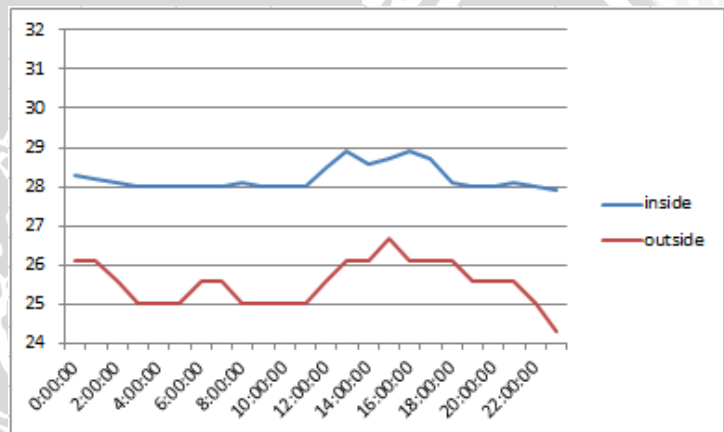


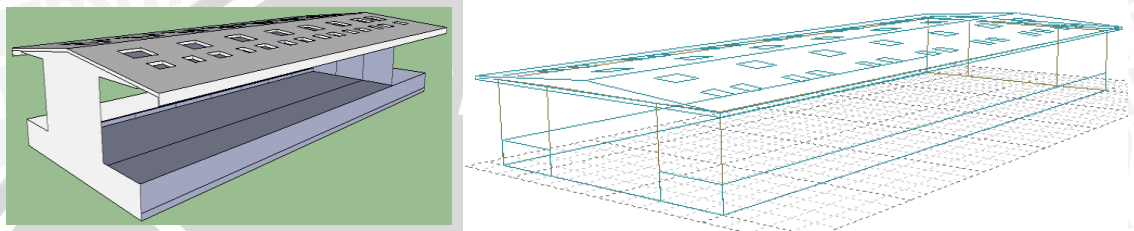
Diagram 4.8 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Amerika dengan material serbuk kayu

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai serbuk kayu menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 28,9 °C pada pukul 13.00 dan 16.00 sedangkan suhu terendah adalah 27,9 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 1 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,2 °C.

Hasil simulasi kandang semi terbuka Amerika menggunakan material lantai semen cor dan serbuk kayu tidak memiliki banyak perbedaan, suhu yang dihasilkan masing-masing termasuk dalam kriteria bangunan sehat namun belum memenuhi suhu ideal bagi ternak sapi tropis.

d. Kandang semi terbuka Belanda

Kandang semi terbuka Belanda tersusun dari dua sisi tertutup dan dua sisi lainnya yang terdapat partisi



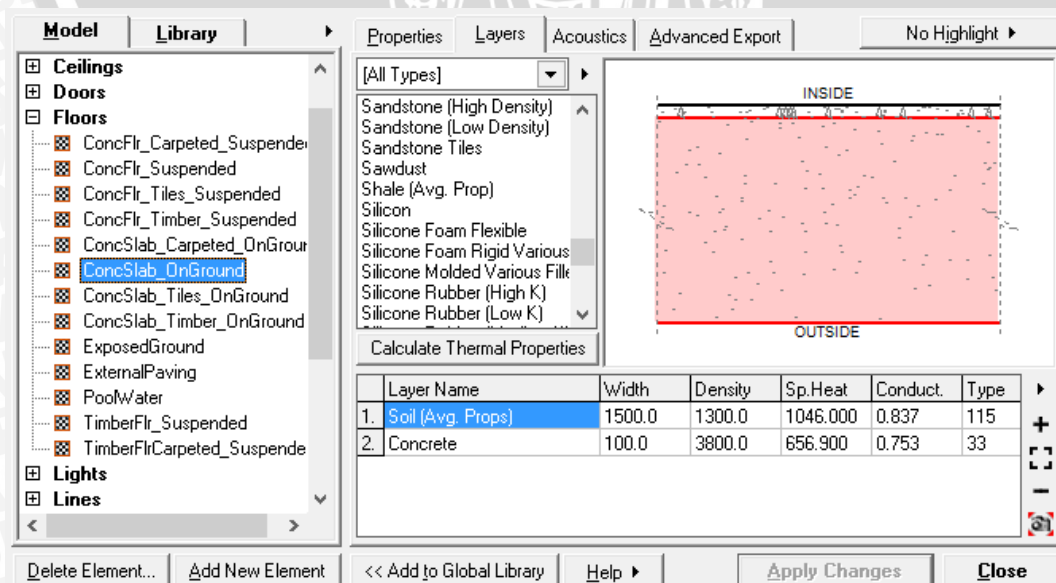
Gambar 4.37 model simulasi kandang semi terbuka Belanda

Model kandang ini memiliki dimensi 18m x 23m x 3,5m dengan model atap miring dan lubang void yang berfungsi sebagai pendingin pada kandang.

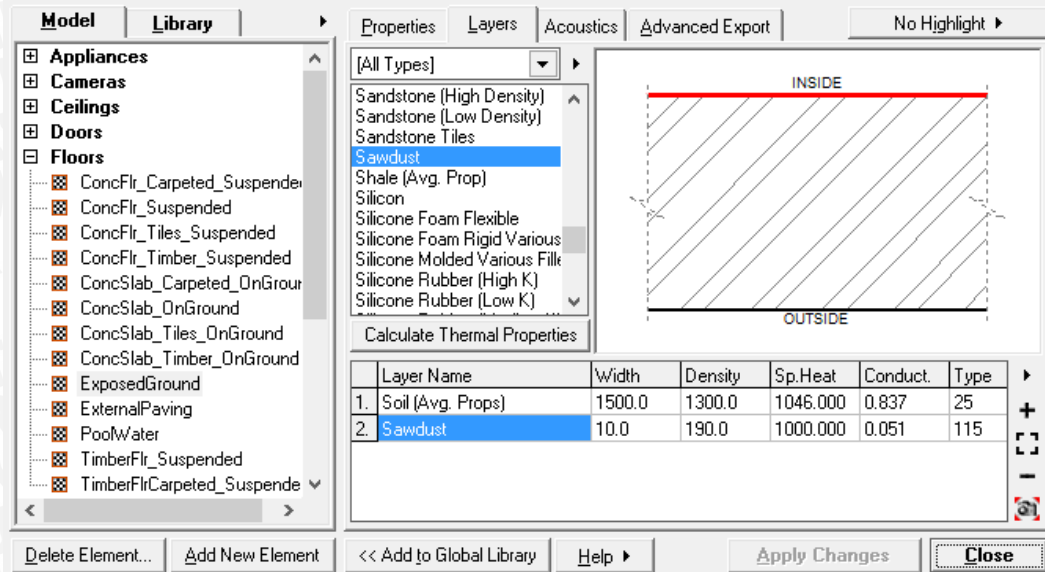
Adapun material yang digunakan pada model kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Material lantai yang digunakan pada tipe kandang ini adalah semen cor atau plester dan serbuk kayu.



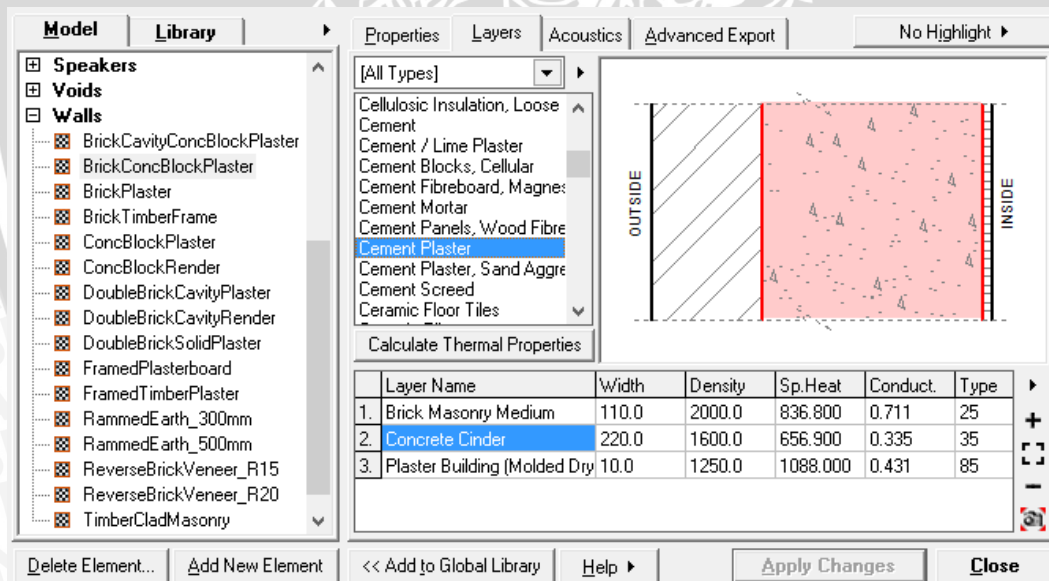
Gambar 4.38 Pengaturan material lantai semen cor pada simulasi kandang semi terbuka Belanda



Gambar 4.39 Pengaturan material lantai serbuk kayu pada simulasi kandang semi terbuka Belanda

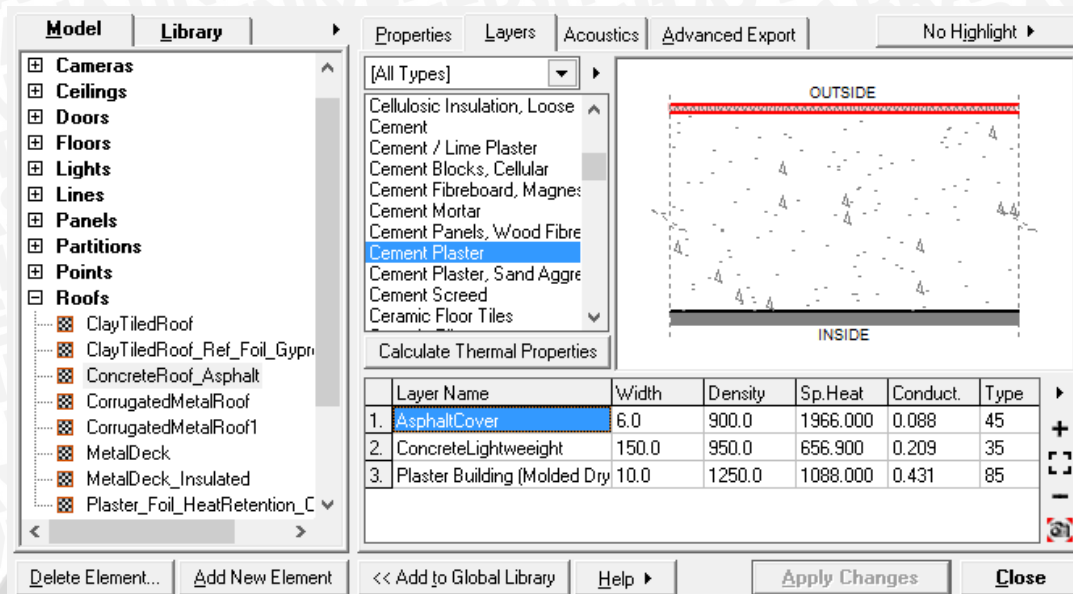
- Dinding

Material dinding menggunakan batu bata plester



Gambar 4.40 Pengaturan material dinding pada simulasi kandang semi terbuka Belanda

- Atap
Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.41 Pengaturan material atap pada simulasi kandang semi terbuka Belanda

Setelah pemilihan material penyusun kandang selanjutnya di uji simulasikan berdasar model sehingga diketahui suhu pada kandang sebagai berikut:

Tabel 4.24 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Belanda dengan material semen cor

hour	inside	outside
0:00:00	26.4	26.1
1:00:00	26.4	26.1
2:00:00	26.2	25.6
3:00:00	25.9	25
4:00:00	25.9	25
5:00:00	25.9	25
6:00:00	26.2	25.6
7:00:00	26.2	25.6
8:00:00	26	25
9:00:00	26	25
10:00:00	26	25
11:00:00	26	25
12:00:00	27.4	25.6
13:00:00	28.4	26.1
14:00:00	27.8	26.1
15:00:00	28	26.7
16:00:00	29.1	26.1
17:00:00	27.9	26.1
18:00:00	26.3	26.1
19:00:00	26.2	25.6
20:00:00	26.2	25.6
21:00:00	26.2	25.6
22:00:00	25.9	25
23:00:00	25.7	24.3

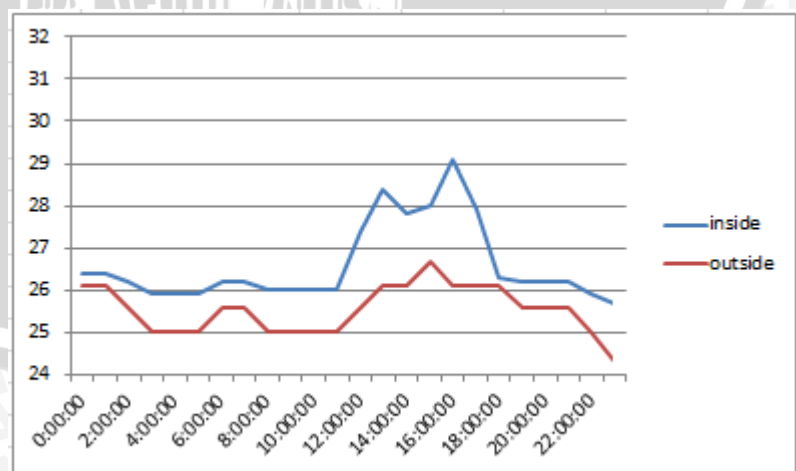


Diagram 4.9 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Belanda dengan material semen cor

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai semen cor menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 29,1 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 25,7 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 3,4 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 26,5 °C.

Sedangkan suhu di dalam kandang dengan menggunakan material serbuk kayu adalah sebagai berikut.

Tabel 4.25 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Belanda dengan material serbuk kayu

hour	inside	outside
0:00:00	26.4	26.1
1:00:00	26.4	26.1
2:00:00	26.2	25.6
3:00:00	25.9	25
4:00:00	25.9	25
5:00:00	25.9	25
6:00:00	25.9	25.6
7:00:00	26.2	25.6
8:00:00	26	25
9:00:00	26	25
10:00:00	26	25
11:00:00	26	25
12:00:00	27.4	25.6
13:00:00	28.4	26.1
14:00:00	27.8	26.1
15:00:00	28	26.7
16:00:00	28.5	26.1
17:00:00	27.9	26.1
18:00:00	26.3	26.1
19:00:00	26.2	25.6
20:00:00	26.2	25.6
21:00:00	26.2	25.6
22:00:00	25.9	25
23:00:00	25.7	24.3

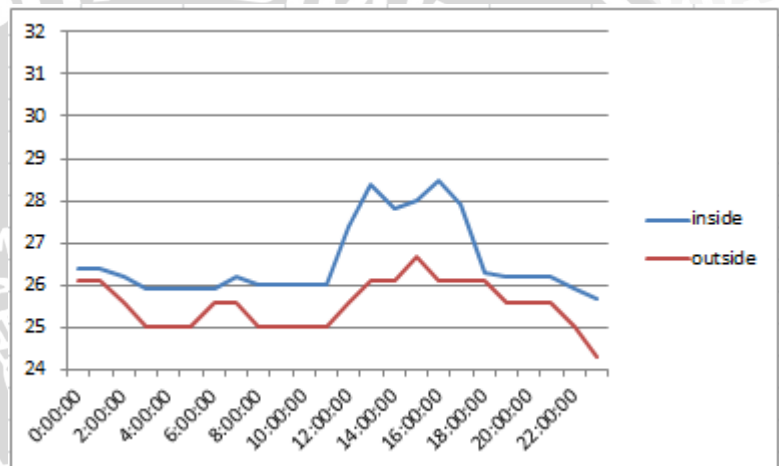


Diagram 4.10 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Belanda dengan material serbuk kayu

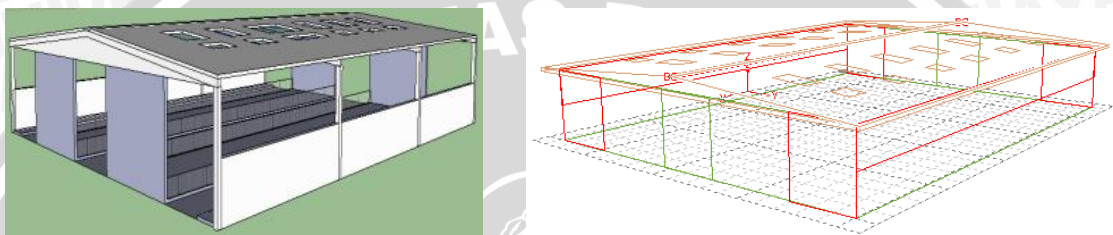
Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai serbuk kayu menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 28,5 °C pada pukul 16.00 sedangkan suhu terendah adalah 25,7 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 2,8 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 26,5 °C.

Hasil simulasi kandang semi terbuka Belanda yang menggunakan material lantai semen cor lebih panas dibandingkan dengan kandang semi terbuka yang menggunakan serbuk kayu, dengan suhu rata-rata dalam kandang 26,5 °C untuk

keduanya. Hal ini menunjukkan penggunaan material serbuk kayu pada model kandang semi terbuka Belanda termasuk dalam kriteria suhu nyaman bangunan sehat dan suhu ideal bagi ternak tropis.

e. Kandang semi terbuka Australia

Kandang semi terbuka Australia tersusun dari empat sisi bangunan dengan bukaan 60% di setiap sisinya. Dimensi pada kandang model ini adalah 18m x 23m x 3,5m, dan model atap miring serta terdapat void sebagai strategi pendingin di dalam kandang.

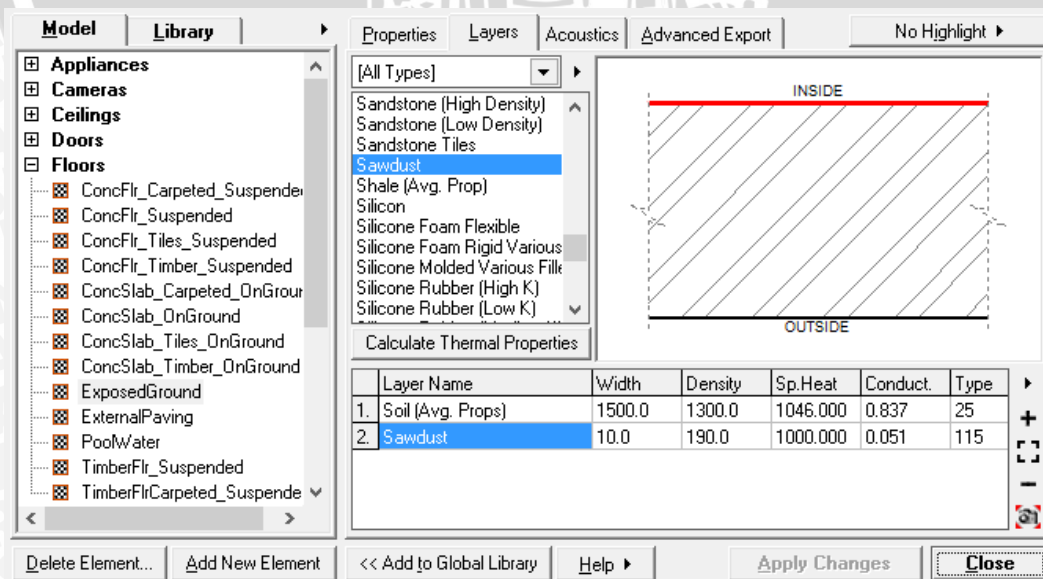


Gambar 4.42 model simulasi kandang semi terbuka Australia

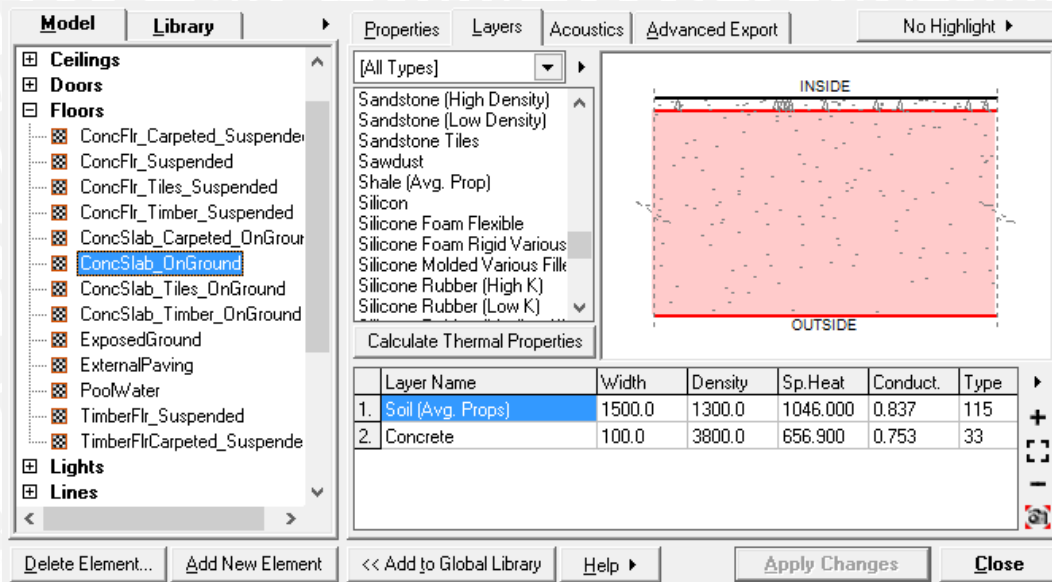
Material penyusun yang digunakan pada model kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Material lantai yang digunakan adalah semen cor atau plester dan serbuk kayu

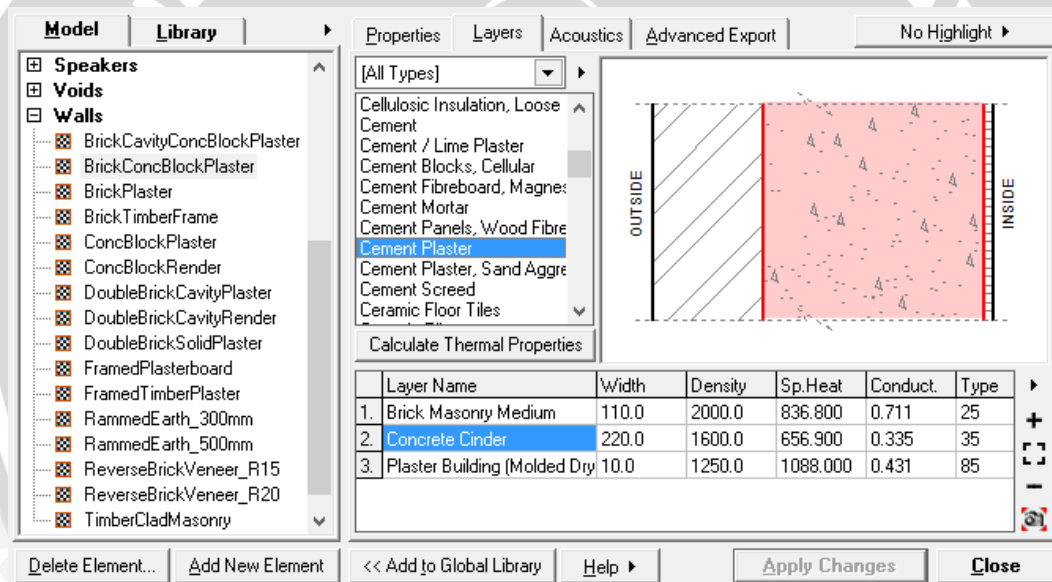


Gambar 4.43 Pengaturan material lantai serbuk kayu pada simulasi kandang semi terbuka Australia



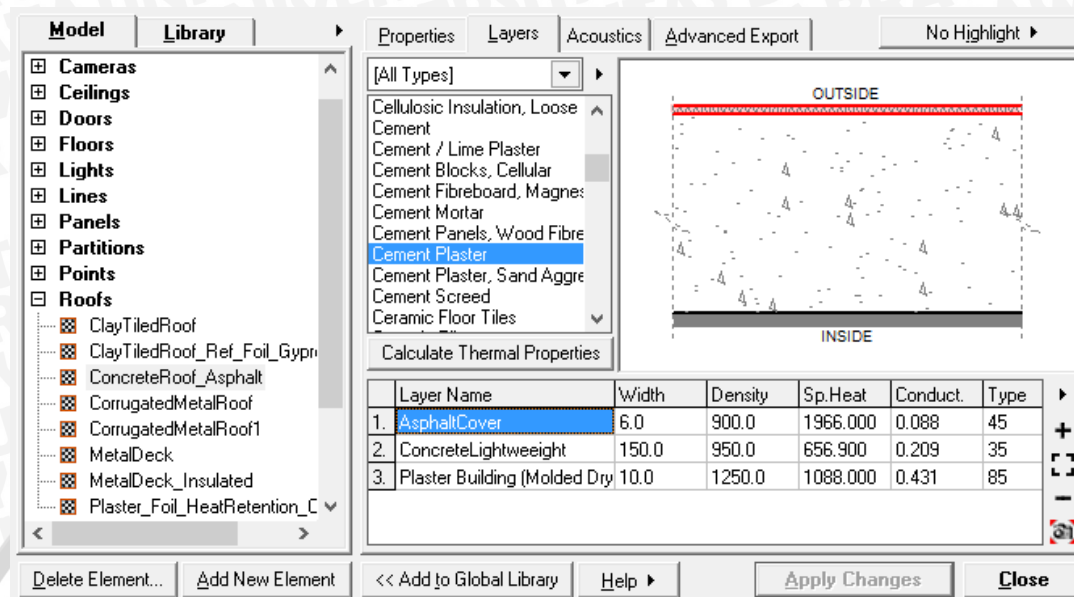
Gambar 4.44 Pengaturan material lantai semen cor pada simulasi kandang semi terbuka Australia

- Dinding
Menggunakan material batu bata plester



Gambar 4.45 Pengaturan material dinding pada simulasi kandang semi terbuka Australia

- Atap
Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.46 Pengaturan material atap pada simulasi kandang semi terbuka Australia

Pengaturan pemilihan material penyusun kandang selanjutnya di uji simulasikan sebagai berikut:

Tabel 4.26 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Australia dengan material semen cor

hour	inside	outside
0:00:00	27	26.1
1:00:00	26.9	26.1
2:00:00	26.7	25.6
3:00:00	26.5	25
4:00:00	26.5	25
5:00:00	26.5	25
6:00:00	26.7	25.6
7:00:00	26.7	25.6
8:00:00	27.2	25
9:00:00	26.9	25
10:00:00	27.2	25
11:00:00	27.2	25
12:00:00	30	25.6
13:00:00	32.1	26.1
14:00:00	30.2	26.1
15:00:00	29.7	26.7
16:00:00	31	26.1
17:00:00	28.5	26.1
18:00:00	26.9	26.1
19:00:00	26.7	25.6
20:00:00	26.8	25.6
21:00:00	26.8	25.6
22:00:00	26.5	25
23:00:00	26.2	24.3

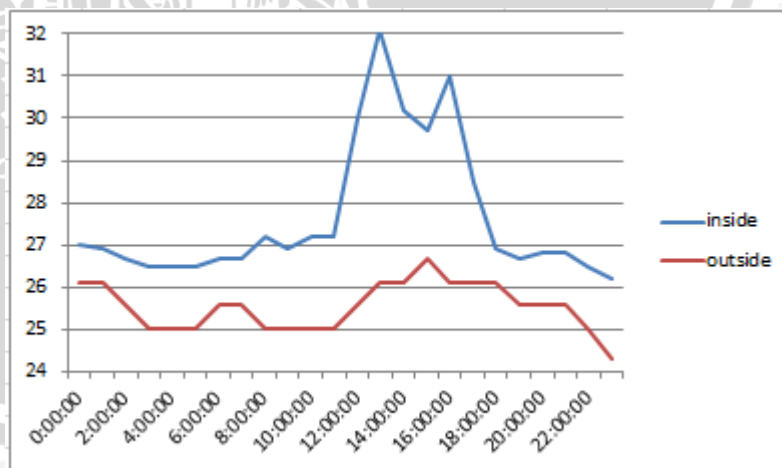


Diagram 4.11 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Australia dengan material semen cor

Hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai semen cor menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 32,1 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 26,2 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 5,9 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 27,6 °C.

Tabel 4.27 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Australia dengan material serbuk kayu

hour	inside	outside
0:00:00	26.9	26.1
1:00:00	26.9	26.1
2:00:00	26.7	25.6
3:00:00	26.4	25
4:00:00	26.4	25
5:00:00	26.4	25
6:00:00	26.6	25.6
7:00:00	26.6	25.6
8:00:00	27.2	25
9:00:00	26.8	25
10:00:00	27.2	25
11:00:00	27.1	25
12:00:00	30	25.6
13:00:00	32.3	26.1
14:00:00	30.3	26.1
15:00:00	29.8	26.7
16:00:00	31.2	26.1
17:00:00	28.5	26.1
18:00:00	26.8	26.1
19:00:00	26.7	25.6
20:00:00	26.7	25.6
21:00:00	26.7	25.6
22:00:00	26.4	25
23:00:00	26.2	24.3

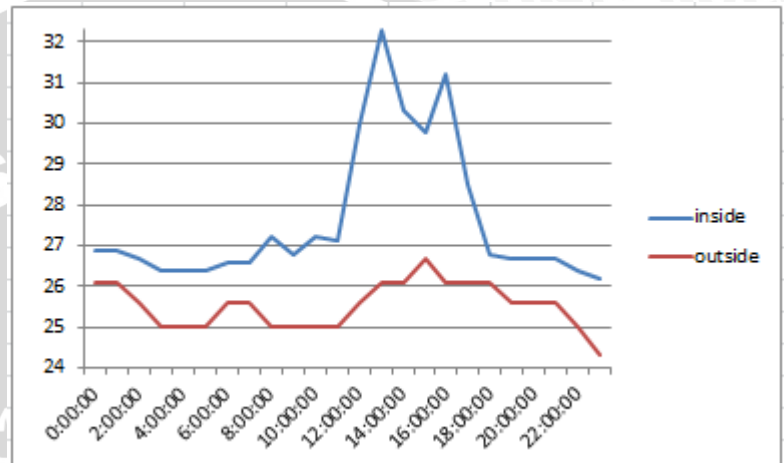


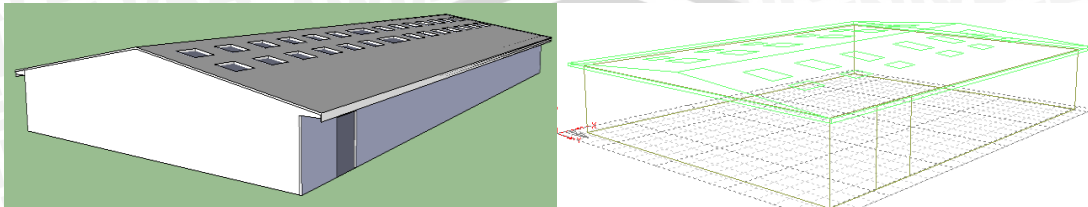
Diagram 4.12 hasil suhu di dalam dan di luar kandang semi terbuka Australia dengan material serbuk kayu

Dari hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai serbuk kayu menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 32,3 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 26,2 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 6,1 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 27,6 °C.

Hasil simulasi kandang semi terbuka Australia yang menggunakan material lantai semen cor dengan kandang semi terbuka yang menggunakan serbuk kayu tidak jauh berbeda, meskipun penggunaan material serbuk kayu pada model kandang ini lebih panas tetapi suhu rata-rata dalam kandang kedua material ini sama yaitu 27,6 °C. Masih termasuk suhu nyaman bangunan sehat tetapi belum termasuk suhu ideal ternak tropis.

f. Kandang tertutup model Belanda

Model kandang sapi tertutup belanda pada semua sisinya tertutup, hanya terdapat bukaan sebagai sirkulasi keluar dan masuk bangunan. Model kandang ini bernama *Closed Gable Style* biasanya menggunakan kipas tambahan untuk mendinginkan suhu di dalam kandang dengan dibantu lubang void pada atap.

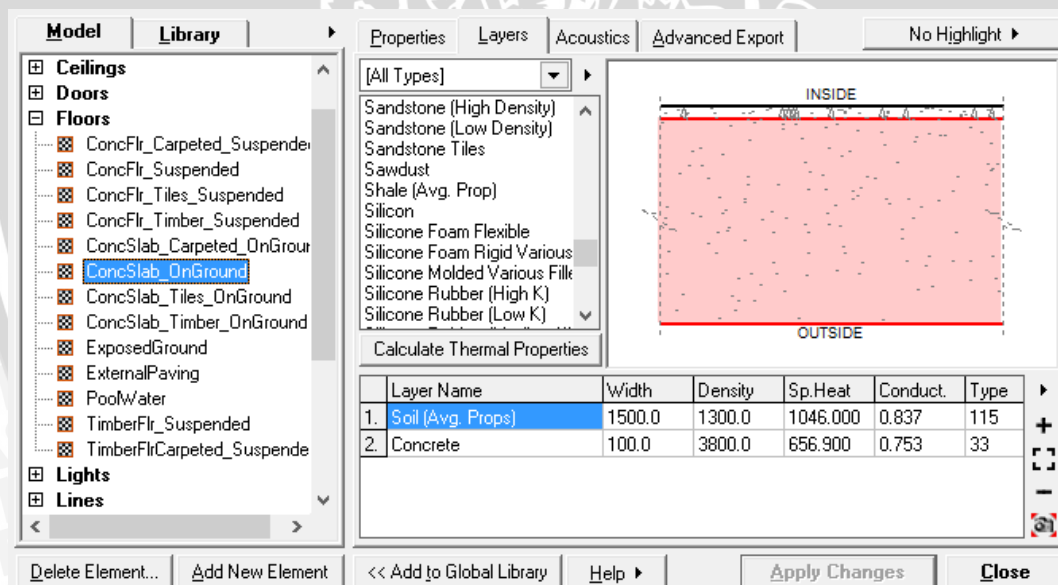


Gambar 4.47 model simulasi kandang tertutup Belanda

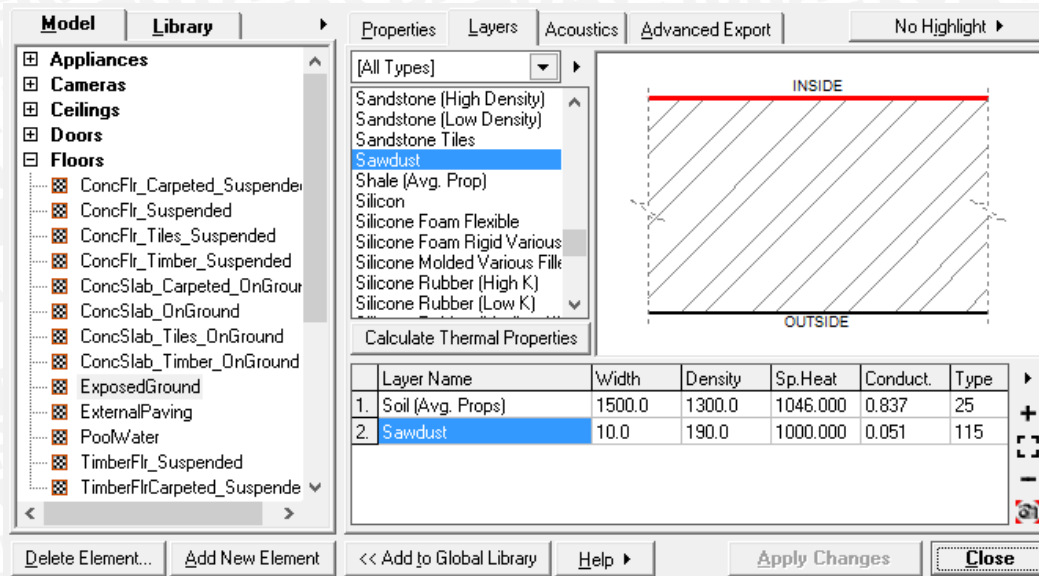
Material penyusun pada model kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Menggunakan material semen cor atau plester dan serbuk kayu



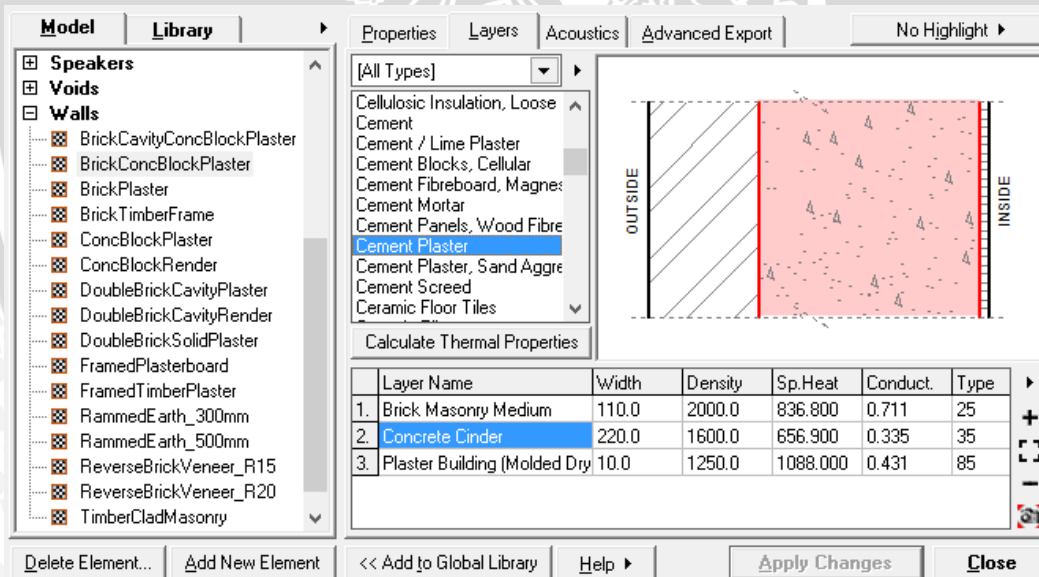
Gambar 4.48 Pengaturan material lantai semen plester pada simulasi kandang tertutup Belanda



Gambar 4.49 Pengaturan material lantai serbuk kayu pada simulasi kandang tertutup Belanda

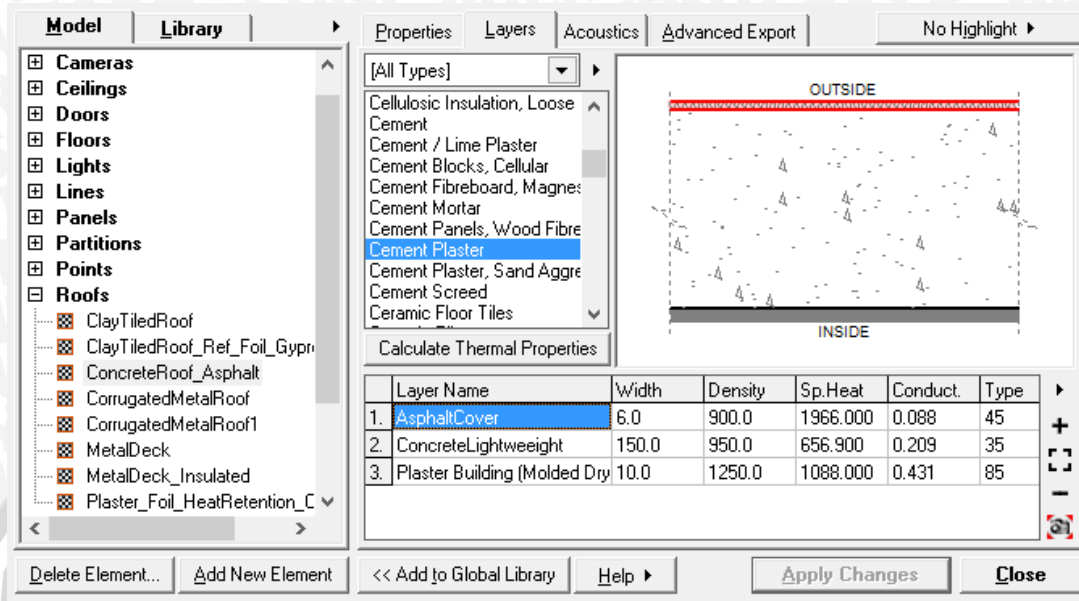
- Dinding

Material dinding menggunakan batu bata plester



Gambar 4.50 Pengaturan material dinding pada simulasi kandang tertutup Belanda

- Atap
Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.51 Pengaturan material atap pada simulasi kandang tertutup Belanda

Uji simulasi model kandang dilakukan setelah pengaturan material sudah di terapkan sebagai berikut:

hour	inside	outside
0:00:00	28.1	26.1
1:00:00	28.1	26.1
2:00:00	27.9	25.6
3:00:00	27.6	25
4:00:00	27.6	25
5:00:00	27.6	25
6:00:00	27.8	25.6
7:00:00	27.8	25.6
8:00:00	28.3	25
9:00:00	28	25
10:00:00	28.3	25
11:00:00	28.3	25
12:00:00	31	25.6
13:00:00	33.1	26.1
14:00:00	31.2	26.1
15:00:00	30.7	26.7
16:00:00	31.9	26.1
17:00:00	29.4	26.1
18:00:00	28	26.1
19:00:00	27.8	25.6
20:00:00	27.9	25.6
21:00:00	27.9	25.6
22:00:00	27.6	25
23:00:00	27.4	24.3

Tabel 4.28 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Belanda dengan material semen cor

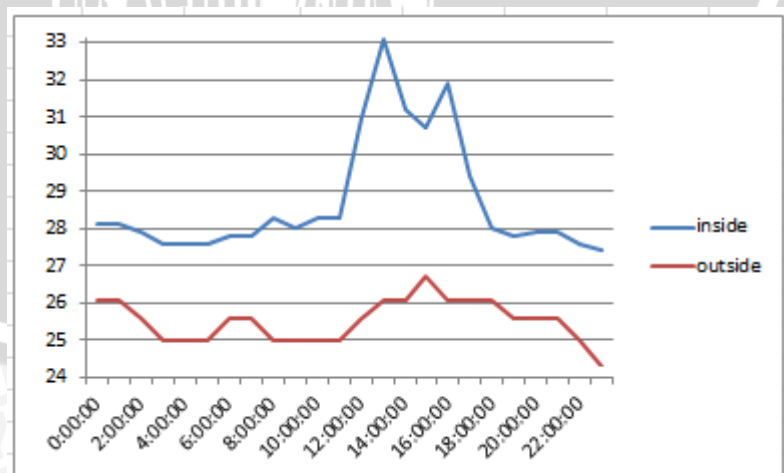


Diagram 4.13 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Belanda dengan material semen cor

Hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai semen cor menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 33,1 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 27,4 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 5,7 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,7 °C.

Tabel 4.29 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Belanda dengan material serbuk kayu

hour	inside	outside
0:00:00	28.1	26.1
1:00:00	28	26.1
2:00:00	27.8	25.6
3:00:00	27.5	25
4:00:00	27.5	25
5:00:00	27.5	25
6:00:00	27.8	25.6
7:00:00	27.8	25.6
8:00:00	28.3	25
9:00:00	27.9	25
10:00:00	28.2	25
11:00:00	28.2	25
12:00:00	31.1	25.6
13:00:00	33.3	26.1
14:00:00	31.3	26.1
15:00:00	30.8	26.7
16:00:00	32.1	26.1
17:00:00	29.4	26.1
18:00:00	27.9	26.1
19:00:00	27.8	25.6
20:00:00	27.8	25.6
21:00:00	27.8	25.6
22:00:00	27.6	25
23:00:00	27.3	24.3

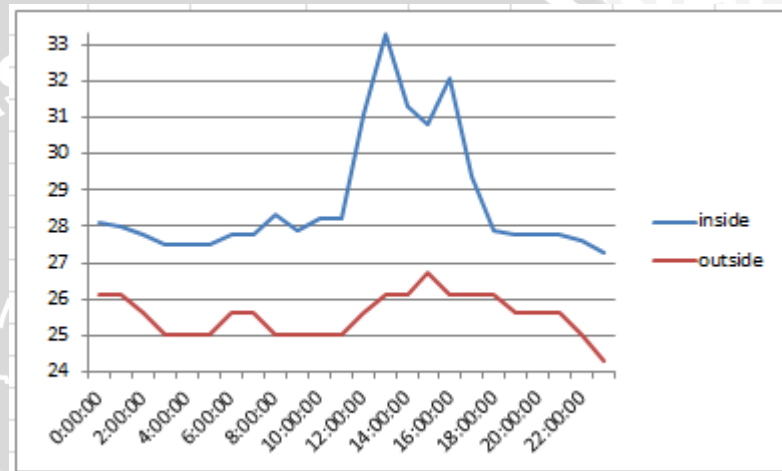


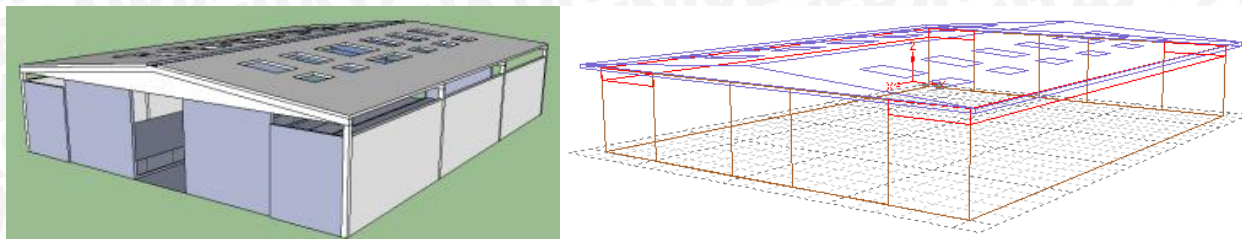
Diagram 4.14 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Belanda dengan material serbuk kayu

Data hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai serbuk kayu menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 33,3 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 27,3 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 6 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,7 °C.

Penggunaan material lantai semen cor dan serbuk kayu tidak memiliki banyak perbedaan dengan suhu rata-rata di dalam kandang 28,7 °C dimana termasuk kriteria suhu nyaman bangunan sehat tetapi belum termasuk suhu ideal ternak tropis.

g. Kandang tertutup model Australia

Model kandang ini bernama Closed Feed Alley hampir disetiap sisinya tertutup, namun masih terdapat void pada bagian atas dinding dan atap

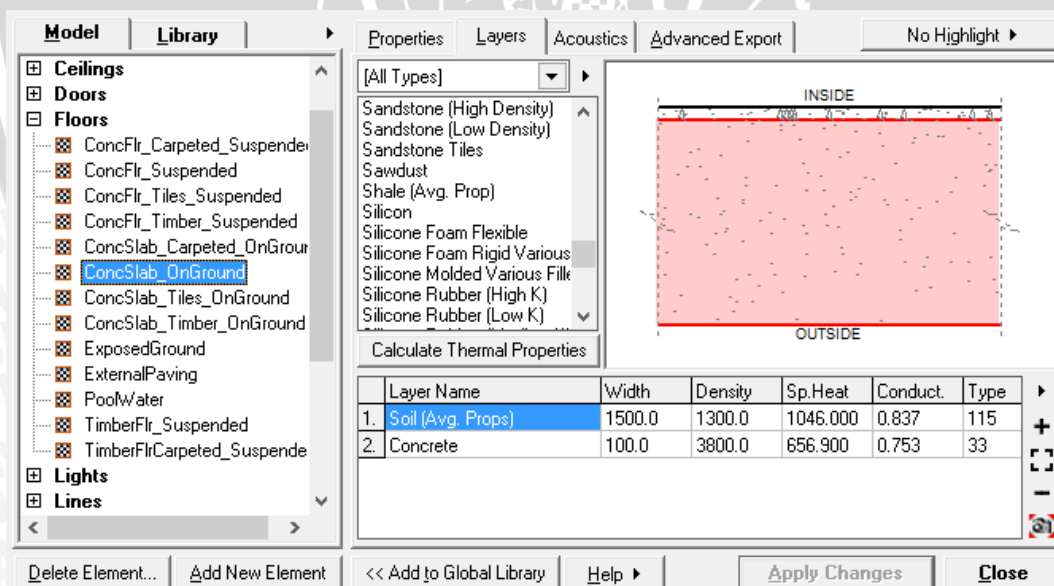


Gambar 4.52 model simulasi kandang tertutup Australia

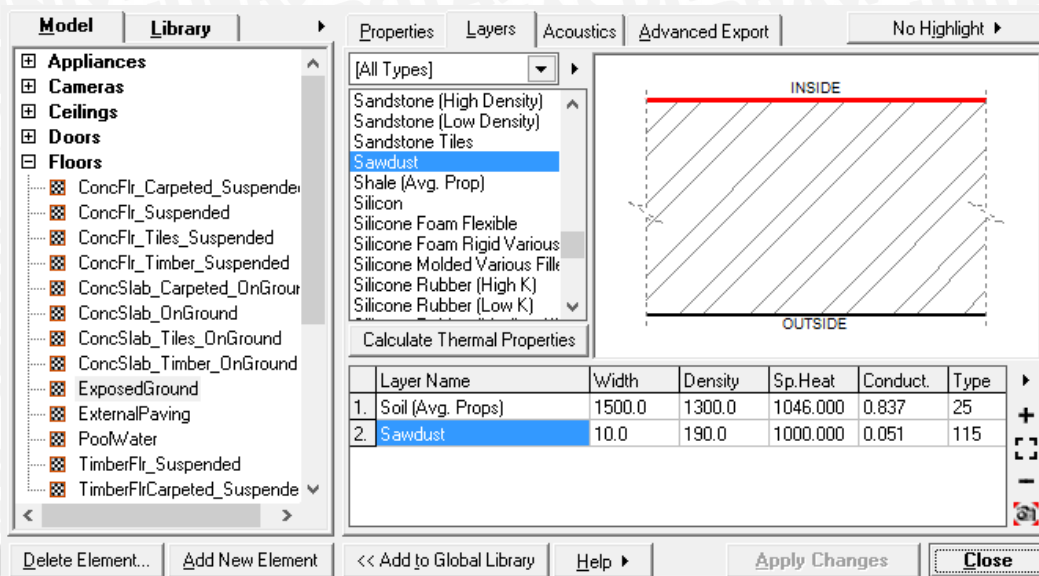
Model kandang yang memiliki dimensi 18m x 23m x 3,5m ini biasanya perlu penidngin tambahan seperti kipas pendingin untuk mengatur suhu di dalam kandang. Adapun material penyusun yang digunakan pada model kandang ini adalah sebagai berikut:

- Lantai

Material lantai menggunakan semen cor atau plester dan serbuk kayu

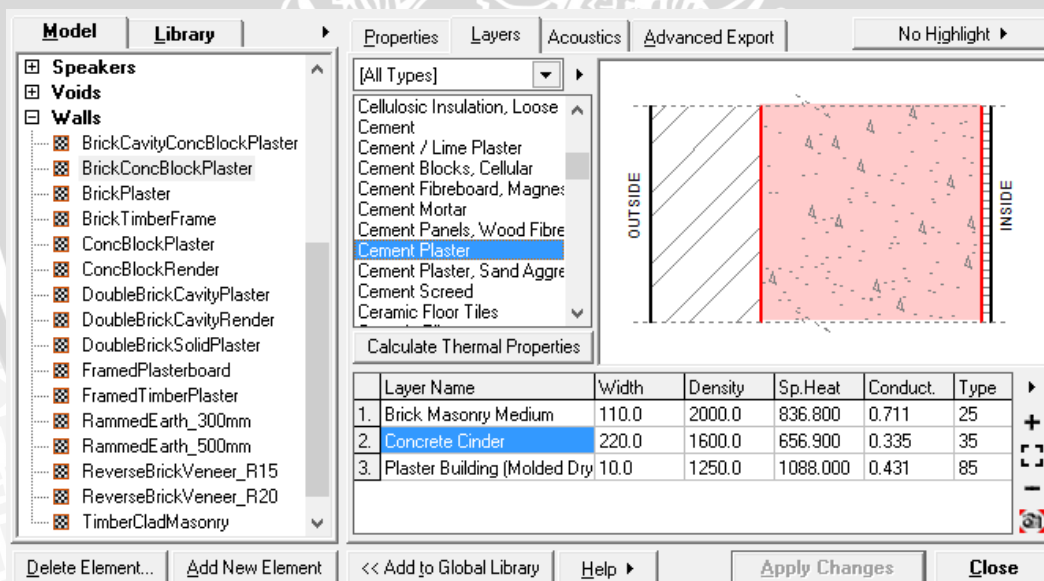


Gambar 4.53 Pengaturan material lantai semen plester pada simulasi kandang tertutup Australia



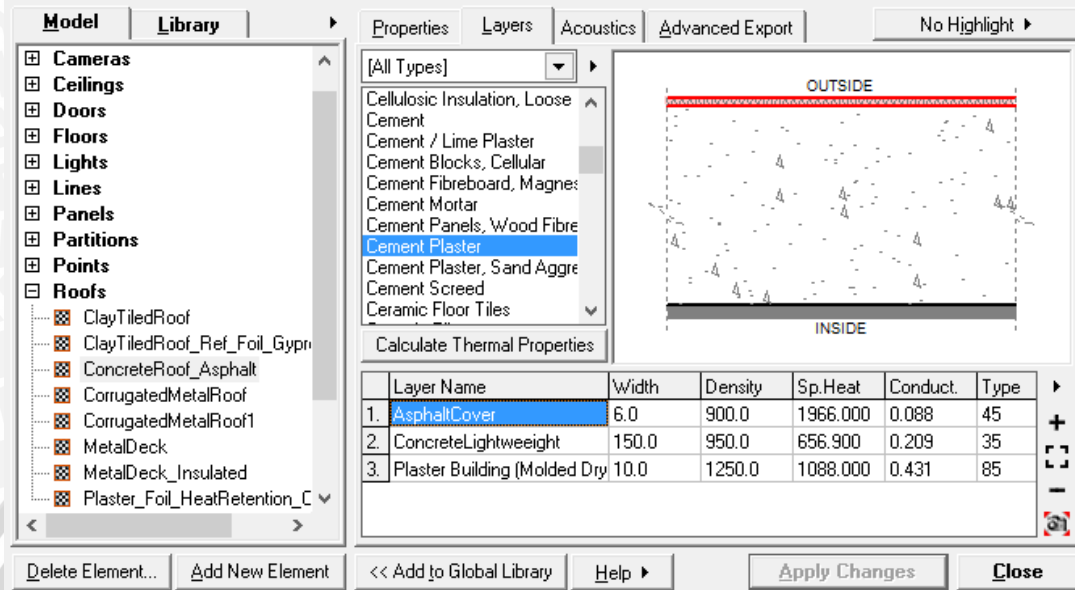
Gambar 4.54 Pengaturan material lantai serbuk kayu pada simulasi kandang tertutup Belanda

- Dinding
Menggunakan material batu bata plester



Gambar 4.55 Pengaturan material dinding pada simulasi kandang tertutup Australia

- Atap
Menggunakan material pelapis aspal



Gambar 4.56 Pengaturan material atap pada simulasi kandang tertutup Australia

Selanjutnya uji simulasi model kandang dilakukan setelah pemilihan dan pengaturan material

hour	inside	outside
0:00:00	27.7	26.1
1:00:00	27.7	26.1
2:00:00	27.5	25.6
3:00:00	27.2	25
4:00:00	27.2	25
5:00:00	27.2	25
6:00:00	27.4	25.6
7:00:00	27.4	25.6
8:00:00	27.9	25
9:00:00	27.6	25
10:00:00	27.9	25
11:00:00	27.9	25
12:00:00	30.6	25.6
13:00:00	32.7	26.1
14:00:00	30.8	26.1
15:00:00	30.4	26.7
16:00:00	31.6	26.1
17:00:00	29.2	26.1
18:00:00	27.6	26.1
19:00:00	27.5	25.6
20:00:00	27.6	25.6
21:00:00	27.5	25.6
22:00:00	27.3	25
23:00:00	27	24.3

Tabel 4.30 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Australia dengan material semen cor

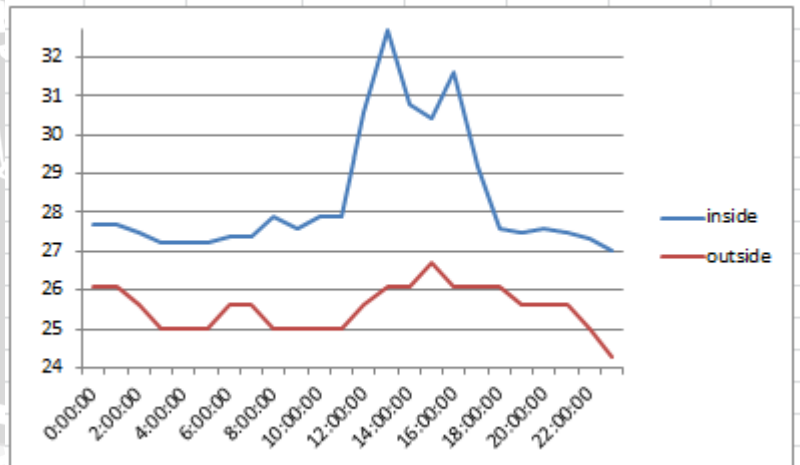


Diagram 4.15 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Australia dengan material semen cor

Hasil analisa suhu berdasar simulasi diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai semen cor menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 32,7 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 27 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 5,7 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,3 °C.

hour	inside	outside
0:00:00	27.9	26.1
1:00:00	27.9	26.1
2:00:00	27.6	25.6
3:00:00	27.4	25
4:00:00	27.4	25
5:00:00	27.4	25
6:00:00	27.6	25.6
7:00:00	27.6	25.6
8:00:00	28.1	25
9:00:00	27.8	25
10:00:00	28.1	25
11:00:00	28.1	25
12:00:00	30.9	25.6
13:00:00	33	26.1
14:00:00	31.1	26.1
15:00:00	30.6	26.7
16:00:00	31.9	26.1
17:00:00	29.3	26.1
18:00:00	27.8	26.1
19:00:00	27.6	25.6
20:00:00	27.7	25.6
21:00:00	27.7	25.6
22:00:00	27.5	25
23:00:00	27.2	24.3

Tabel 4.31 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Australia dengan material serbuk kayu

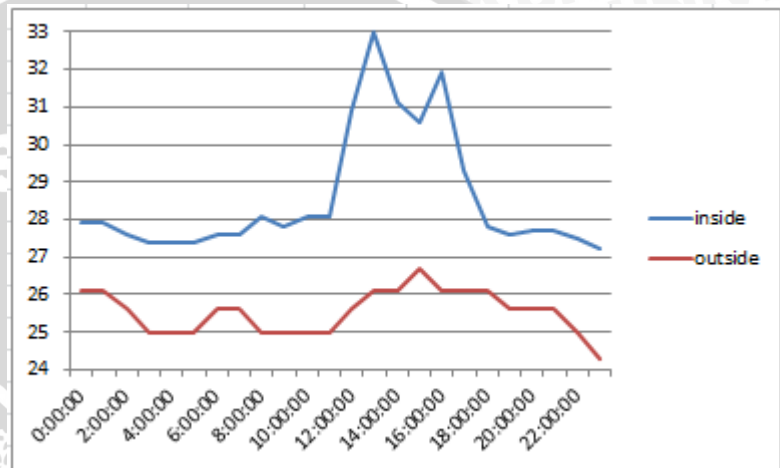


Diagram 4.16 hasil suhu di dalam dan di luar kandang tertutup Australia dengan material serbuk kayu

Hasil analisa suhu diatas menunjukkan bahwa penggunaan material lantai serbuk kayu menghasilkan suhu maksimal di dalam kandang sebesar 33 °C pada pukul 13.00 sedangkan suhu terendah adalah 27,2 °C pada pukul 23.00 dengan selisih 5,8 °C. Rata-rata suhu di dalam kandang 28,5 °C.




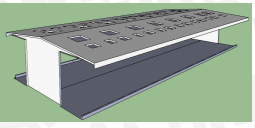
Model kandang tertutup Australia yang menggunakan material lantai serbuk kayu lebih panas 0,7 °C dibandingkan material lantai semen cor, meskipun suhu rata-rata berada di kisaran 28 °C tetapi belum termasuk kriteria suhu nyaman bangunan sehat dan suhu ideal ternak tropis.


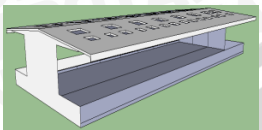
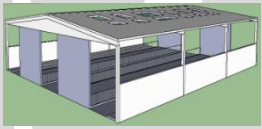
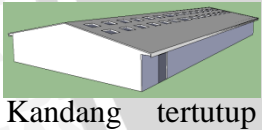
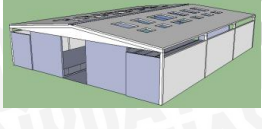
4.6.3 Hasil analisis simulasi model kandang

Hasil simulasi yang dilakukan dengan model kandang sesuai dengan peraturan Direktur Jendral Peternakan Dirlitjenak No. 776/kpts/DJP/Deptejan/1982 terdapat beberapa model kandang yang memenuhi standar suhu bangunan sehat menurut Menteri Kesehatan yaitu antara 18 °C – 30 °C, namun belum mencapai suhu ideal kandang 10 °C – 27 °C (Williamson dan Payne, 1968)

Adapun hasil simulasi kandang tersebut disimpulkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4.32 kesimpulan hasil analisis model kandang

Model	Dimensi (m)	Suhu maks (°C)	Suhu min (°C)	selisih (°C)	Rata- rata (°C)	keterangan
 Kandang terbuka eksisting	8x16x6	29,1 °C	25,6 °C	3,5 °C	26,6 °C	Lantai semen cor
 Kandang semi terbuka eksisting	10x18x3,5	29,8 °C	27,6 °C	2,2 °C	28,2 °C	Lantai semen cor
 Kandang terbuka Amerika <i>Gable</i> <i>Arena</i>	12x24x3,5	29,1 °C	26,5 °C	2,6 °C	27,2 °C	Lantai semen cor
 Kandang terbuka Belanda	12x24x3,5	30,9 °C	25,8 °C	5,1 °C	27,1 °C	Lantai semen cor

 Kandang semi terbuka Amerika <i>Gable Roof Style Highland</i>	12x24x3,5	28,9 °C	27,9 °C	1 °C	28,2 °C	Lantai semen cor
		28,9 °C	27,9 °C	1 °C	28,2 °C	Lantai serbuk kayu
 Kandang semi terbuka Belanda <i>Semi Open Gable Style</i>	12x24x3,5	29,1 °C	25,7 °C	3,4 °C	26,5 °C	Lantai semen cor
		28,5 °C	25,7 °C	2,8 °C	26,5 °C	Lantai serbuk kayu
 Kandang semi terbuka Australia <i>Feed Alley</i>	12x24x3,5	32,1 °C	26,2 °C	5,8 °C	27,6 °C	Lantai semen cor
		32,3 °C	26,2 °C	6,1 °C	27,6 °C	Lantai serbuk kayu
 Kandang tertutup Belanda <i>Closed Gable Style</i>	12x24x3,5	33,1 °C	27,4 °C	5,7 °C	28,7 °C	Lantai semen cor
		33,3 °C	27,3 °C	6 °C	28,7 °C	Lantai serbuk kayu
 Kandang tertutup Australia <i>Closed Feed Alley</i>	12x24x3,5	32,7 °C	27 °C	5,7 °C	28,3 °C	Lantai semen cor
		33 °C	27,2 °C	5,8 °C	28,5 °C	Lantai serbuk kayu

Dari kesimpulan tabel diatas menunjukkan bahwa model kandang yang mendekati kriteria suhu nyaman bangunan sehat dan suhu ideal ternak tropis ada dua model yaitu model kandang semi terbuka *Semi-Open Gable Style* dengan material lantai serbuk kayu untuk model kandang luar negeri dan model kandang terbuka untuk model kandang dalam negeri.

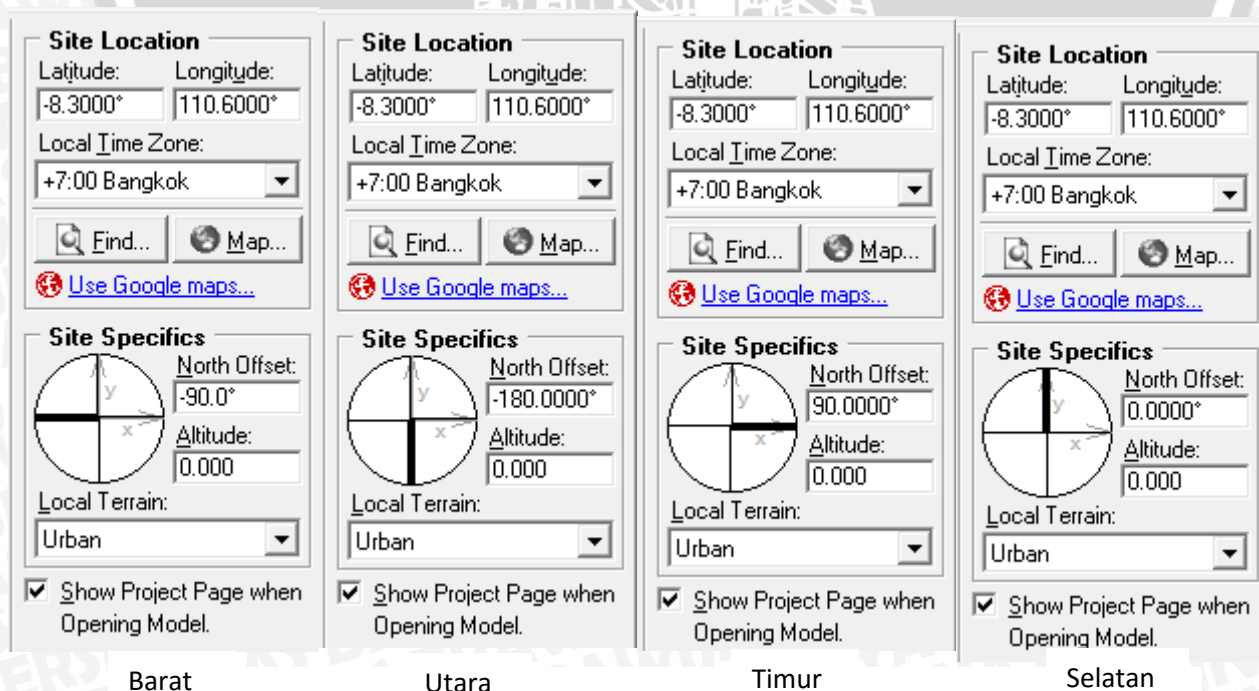
Model kandang semi terbuka dan model kandang terbuka termasuk dalam kriteria suhu ideal dimana suhu yang dihasilkan sebagian besar sudah termasuk dalam kriteria suhu ideal ternak tropis namun perlu dilakukan modifikasi pada model kandang untuk mencapai suhu ideal yang maksimal.

4.6.4 Uji simulasi model kandang

Model kandang yang terpilih untuk dijadikan acuan adalah model kandang semi terbuka *Semi-Open Gable Style* dan model kandang terbuka, untuk mencapai suhu ideal yang maksimal dilakukan simulasi penyesuaian orientasi dan material pada model kandang sebagai berikut:

A. Orientasi dan angin

Simulasi orientasi dilakukan dengan mengubah 4 arah mata angina pada bangunan dan disesuaikan apakah hasil penyesuaian orientasi memiliki perbedaan seperti pada simulasi berikut:



Gambar 4.57 Pengaturan simulasi orientasi

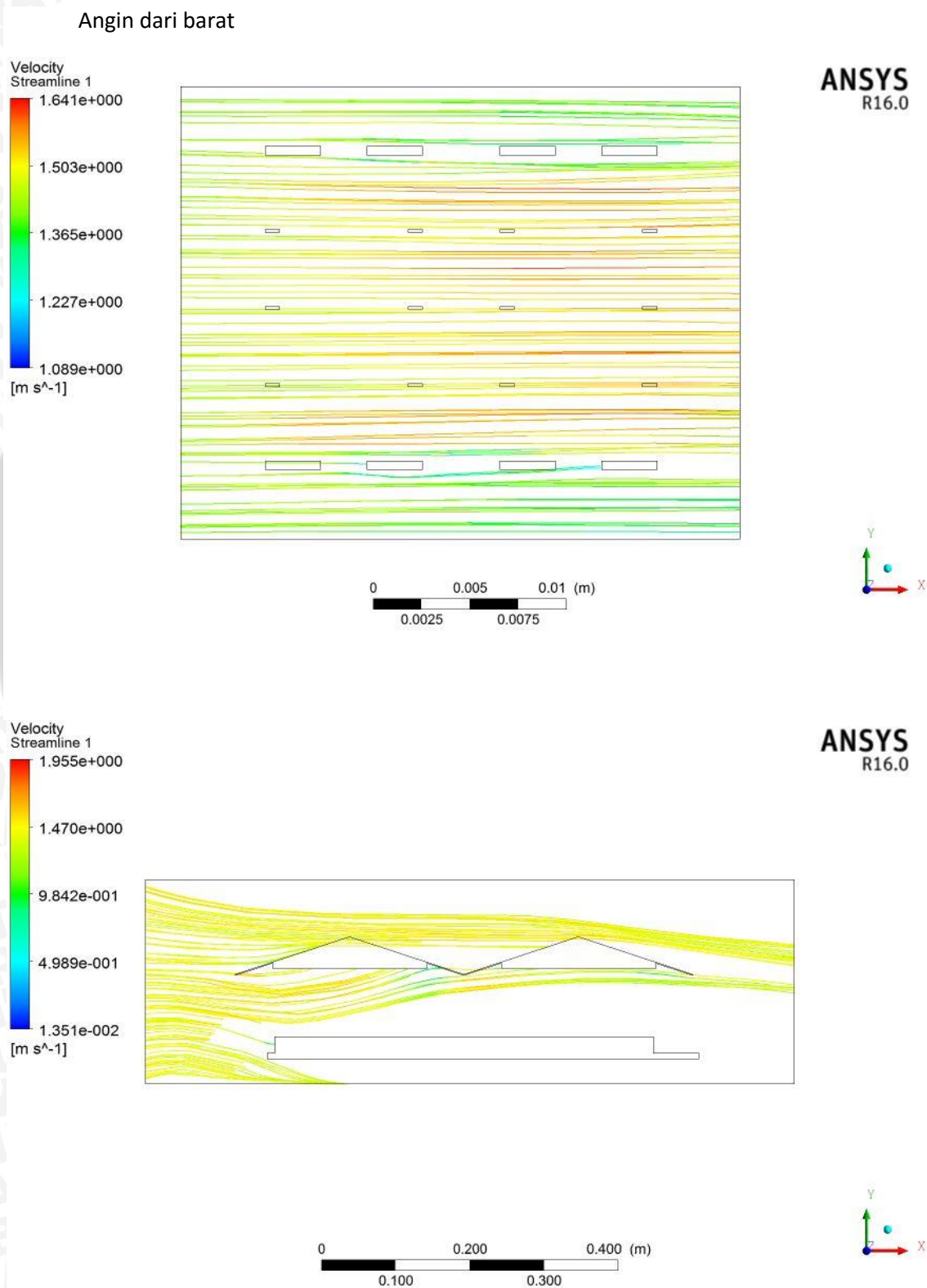
Tabel 4.33 Perbandingan suhu dari empat orientasi

hour	Barat		Utara		Timur		Selatan	
	inside	outside	inside	outside	inside	outside	inside	outside
0:00:00	26.4	26.1	26.4	26.1	26.4	26.1	26.4	26.1
1:00:00	26.4	26.1	26.4	26.1	26.4	26.1	26.4	26.1
2:00:00	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6
3:00:00	25.9	25	25.9	25	25.9	25	25.9	25
4:00:00	25.9	25	25.9	25	25.9	25	25.9	25
5:00:00	25.9	25	25.9	25	25.9	25	25.9	25
6:00:00	25.9	25.6	26.2	25.6	25.9	25.6	26.2	25.6
7:00:00	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6
8:00:00	26	25	26	25	26	25	26	25
9:00:00	26	25	26	25	26	25	26	25
10:00:00	26	25	26	25	26	25	26	25
11:00:00	26	25	26	25	26	25	26	25
12:00:00	27.4	25.6	27.4	25.6	27.4	25.6	27.4	25.6
13:00:00	28.4	26.1	28.4	26.1	28.4	26.1	28.4	26.1
14:00:00	27.8	26.1	27.8	26.1	27.8	26.1	27.8	26.1
15:00:00	28	26.7	28	26.7	28	26.7	28	26.7
16:00:00	28.5	26.1	29.1	26.1	28.5	26.1	29.1	26.1
17:00:00	27.9	26.1	27.9	26.1	27.9	26.1	27.9	26.1
18:00:00	26.3	26.1	26.3	26.1	26.3	26.1	26.3	26.1
19:00:00	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6
20:00:00	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6
21:00:00	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6	26.2	25.6
22:00:00	25.9	25	25.9	25	25.9	25	25.9	25
23:00:00	25.7	24.3	25.7	24.3	25.7	24.3	25.7	24.3

Percobaan simulasi orientasi tidak jauh berbeda namun orientasi yang lebih memiliki suhu rendah adalah orientasi barat. Karena orientasi berhubungan dengan arah aliran angin maka dilakukan juga uji simulasi angin. Simulasi ini dilakukan pada empat bulan yang berbeda dalam satu tahun, yaitu pada bulan Maret, Juni, September dan Desember. Pada Bulan Maret dan Juni angin berhembus dari arah yang sama yaitu dari arah barat. Begitu juga pada Bulan September dan Desember, angin berhembus dari arah yang sama yaitu arah timur.

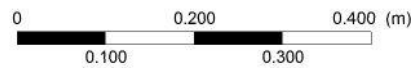
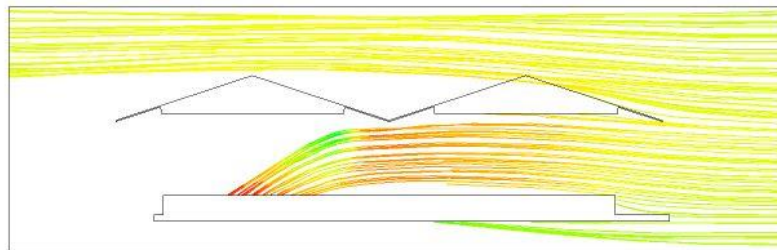
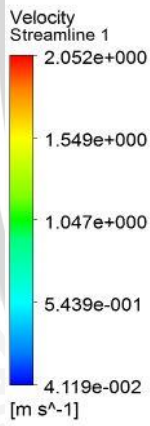
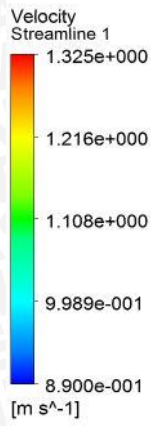
Oleh karena itu simulasi dilakukan dengan menggunakan rata-rata kecepatan angin pada bulan yang memiliki arah hembusan yang sama. Pada simulasi ini kecepatan angina yang digunakan adalah 1,17 m/s karena merupakan kecepatan rata-rata dari kedua bulan.

Berikut adalah simulasi angin kandang terbuka yang berhembus dari sebelah barat dan timur:



Gambar 4.58 Arah angin dari barat pada kandang terbuka

Angin dari timur

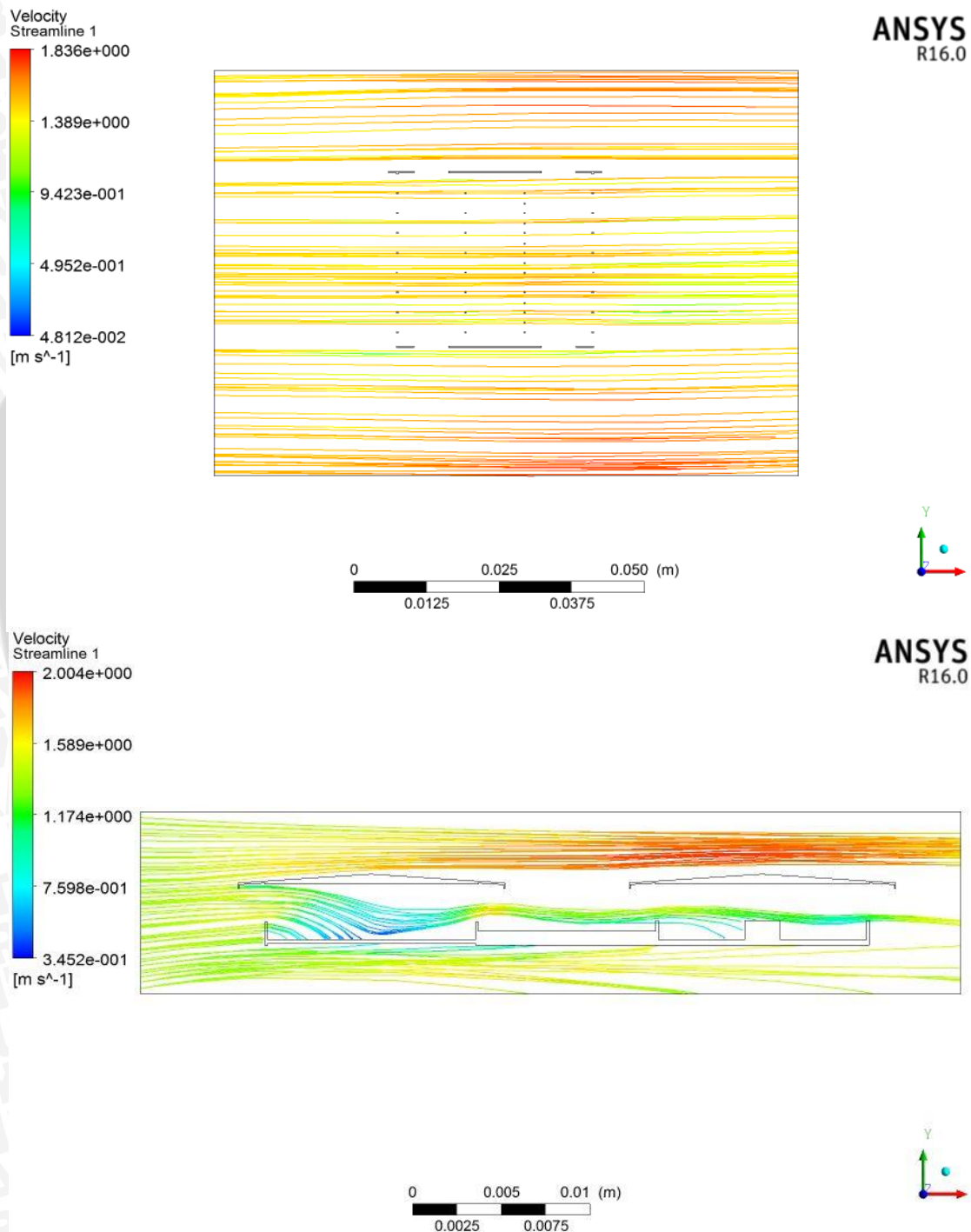


Gambar 4.59 Arah angin dari timur pada kandang terbuka



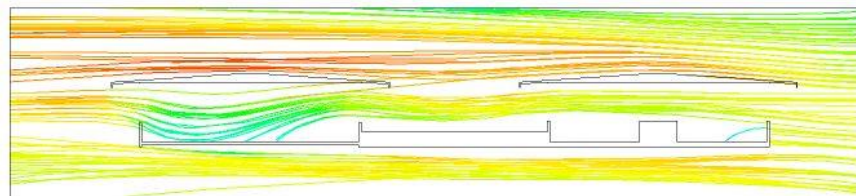
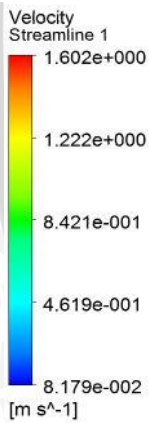
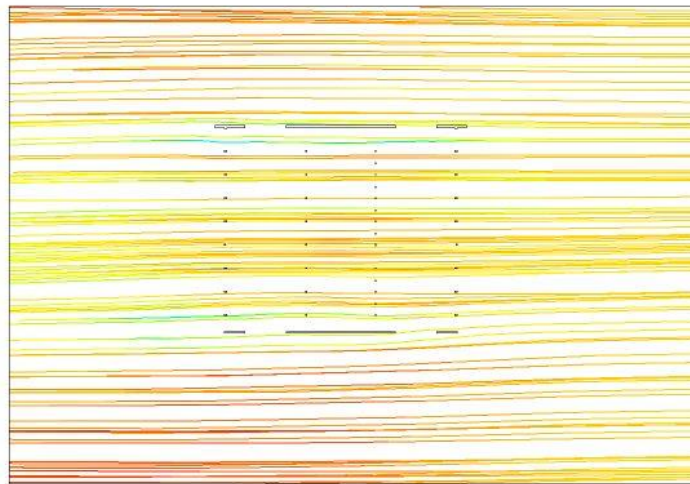
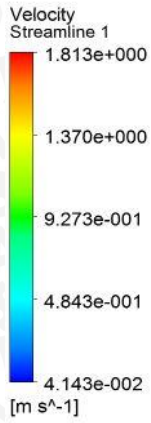
Untuk kandang semi terbuka juga dilakukan simulasi pergerakan aliran angin di luar dan di dalam bangunan kandang yang berhembus dari barat dan timur sebagai berikut:

Angin dari barat



Gambar 4.60 Arah angin dari barat pada kandang semi terbuka

Angin dari timur



Gambar 4.61 Arah angin dari timur pada kandang semi terbuka



Distribusi aliran angin dari luar ke dalam bangunan tidak terhalangi apapun karena pada kandang tidak terdapat tembok yang mengganggu aliran angin yang masuk ke dalam kandang. Untuk mendapatkan suhu ideal bagi sapi perah, dilakukan uji simulasi selanjutnya yaitu uji simulasi material pada model kandang.

B. Material

- Semi terbuka Belanda *Semi-Open Gable Style*

Tabel 4.34 Uji material model kandang semi terbuka

Lantai	Dinding	Atap	Suhu maksimal	Suhu minimal	Rata-rata
Semen cor	Batu bata	Aspal	29,1 °C	25,7 °C	27,4 °C
		Asbes	30,2 °C	26,4 °C	27,5 °C
		Fiber	31 °C	26,6 °C	27,4 °C
		Genteng	30 °C	26,7 °C	27,3 °C
		Seng	33 °C	26,9 °C	28,4 °C
		Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C
Semen cor	Batu granit	Aspal	30 °C	25,8 °C	27,5 °C
		Asbes	30,3 °C	26,5 °C	27,5 °C
		Fiber	31,2 °C	26,6 °C	27,4 °C
		Genteng	30,1 °C	26,7 °C	27,3 °C
		Seng	33 °C	26,5 °C	28,4 °C
		Rumbia	29,2 °C	25,6 °C	26,5 °C
Serbuk kayu	Batu bata	Aspal	29,5 °C	25,7 °C	27,3 °C
		Asbes	30 °C	26,4 °C	27,5 °C
		Fiber	31 °C	26,4 °C	27,4 °C
		Genteng	28,5 °C	25,7 °C	26,5 °C
		Seng	33 °C	26,9 °C	28,4 °C
		Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C
Serbuk Kayu	Batu granit	Aspal	29,8 °C	25,7 °C	27,3 °C
		Asbes	30,3 °C	26,5 °C	27,5 °C
		Fiber	31 °C	26,6 °C	27,4 °C
		Genteng	28,5 °C	25,9 °C	26,5 °C
		Seng	33 °C	26,9 °C	28,4 °C
		Rumbia	29 °C	25,6 °C	26,5 °C

- Kandang terbuka

Tabel 4.35 Uji material model kandang terbuka

Lantai	Dinding	Atap	Suhu maksimal	Suhu minimal	Rata-rata
Semen cor	Batu bata	Aspal	29,5 °C	25,7 °C	27,3 °C
		Asbes	30,2 °C	26,4 °C	27,5 °C
		Fiber	31 °C	26,4 °C	27,4 °C
		Genteng	29,1 °C	25,4 °C	26,4 °C
		Seng	33 °C	26,9 °C	28,4 °C
		Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C
	Batu granit	Aspal	29,5 °C	25,7 °C	27,3 °C
		Asbes	30,2 °C	26,4 °C	27,5 °C
		Fiber	31 °C	26,4 °C	27,4 °C
		Genteng	29,1 °C	25,8 °C	26,4 °C
		Seng	33 °C	26,9 °C	28,4 °C
		Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat beberapa kombinasi material yang mencapai suhu ideal ternak tropis yaitu berkisar antara 10 °C- 27 °C, dari kedua model yang telah dipilih kombinasi model kandang yang lebih mendekati dengan suhu ideal ternak tropis adalah sebagai berikut:

Tabel 4.36 Hasil uji material model kandang

Model	Penyusun	Material	Suhu maksimal	Suhu minimal	Rata-rata
Semi terbuka 1	Lantai Dinding Atap	Semen cor Batu bata Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C
Semi terbuka 2	Lantai Dinding Atap	Serbuk kayu Batu bata Genteng	28,5 °C	25,7 °C	26,5 °C
Terbuka 1	Lantai Dinding Atap	Semen cor Batu bata Rumbia	29,1 °C	25,6 °C	26,5 °C

Terbuka 2	Lantai	Semen cor			
	Dinding	Batu bata	29,1 °C	25,4 °C	26,4 °C
	Atap	Genteng			

Detail suhu yang dihasilkan dari kedua model kandang tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.37 Detail suhu model kandang semi terbuka dan terbuka

Pukul	Suhu luar	Suhu semi terbuka 1	Suhu semi terbuka 2	Suhu terbuka 1	Suhu terbuka 2
0:00:00	26,1 °C	26,4 °C	26,4 °C	26,1 °C	26,1 °C
1:00:00	26,1 °C	26,4 °C	26,4 °C	26,1 °C	26,1 °C
2:00:00	25,6 °C	26,2 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C
3:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
4:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
5:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
6:00:00	25,6 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,9 °C
7:00:00	25,6 °C	26,1 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C
8:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,9 °C	25,9 °C
9:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,8 °C	25,8 °C
10:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,9 °C	25,9 °C
11:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,9 °C	25,9 °C
12:00:00	25,6 °C	27,4 °C	27,4 °C	28,7 °C	27,8 °C
13:00:00	26,1 °C	28,4 °C	28,4 °C	28,7 °C	28,7 °C
14:00:00	26,1 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C	27,8 °C
15:00:00	26,7 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C
16:00:00	26,1 °C	29,1 °C	28,5 °C	29,1 °C	29,1 °C
17:00:00	26,1 °C	27,9 °C	27,9 °C	28,9 °C	27,9 °C
18:00:00	26,1 °C	26,3 °C	26,3 °C	26,1 °C	26,1 °C
19:00:00	25,6 °C	26,1 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C
20:00:00	25,6 °C	26,2 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C
21:00:00	25,6 °C	26,2 °C	26,2 °C	25,9 °C	25,9 °C
22:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
23:00:00	24,3 °C	25,6 °C	25,7 °C	25,4 °C	25,4 °C

Rata-rata	25,5 °C	26,5 °C	26,5 °C	26,5 °C	26,4 °C
-----------	---------	---------	---------	---------	---------

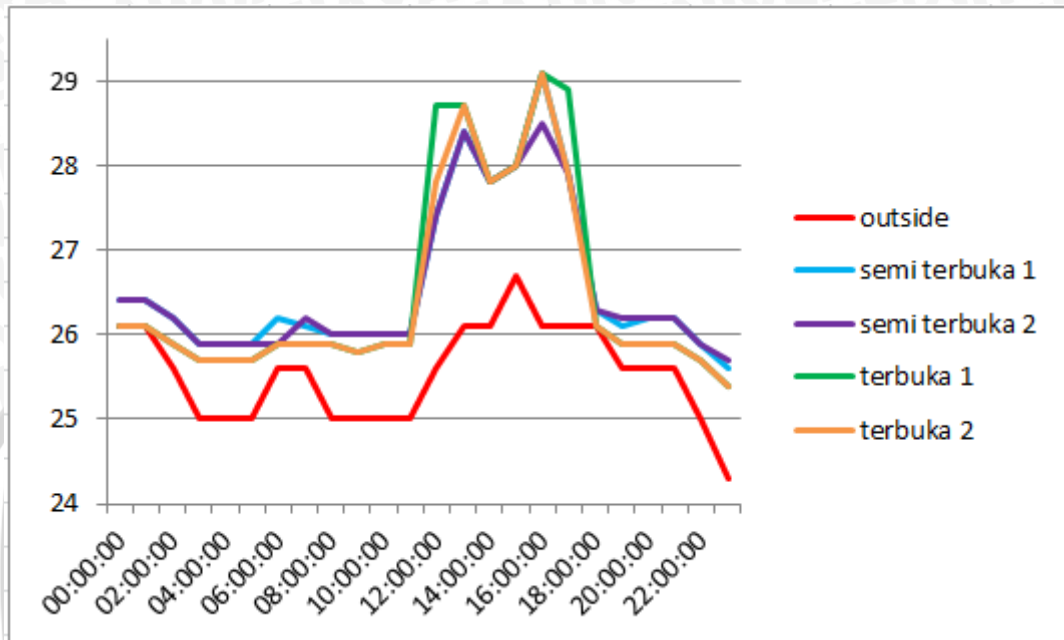


Diagram 4.17 perbandingan suhu model kandang semi terbuka dan terbuka

Suhu yang dihasilkan oleh kedua model kandang tidak semuanya termasuk dalam kriteria suhu ideal, hanya pada waktu tertentu yang sesuai dengan kriteria suhu ideal. Oleh karena itu dilakukan uji simulasi orientasi dan angin pada kandang untuk mencapai kondisi suhu nyaman bagi sapi

Selain suhu, waktu dalam pemerahan sapi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi susu sapi, waktu yang tepat untuk pemerahan sapi adalah ketika pukul 04.00-05.00 WIB, 10.00-11.00 WIB, dan 15.00-16.00 WIB dengan frekuensi pemerahan 2-3 kali sehari (Kendrik, 1953).

Suhu yang dihasilkan ketika waktu pemerahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.38 Suhu model kandang semi terbuka dan terbuka pada waktu pemerahan

	Suhu diluar kandang	Semi terbuka 1	Semi Terbuka 2	Terbuka 1	Terbuka 2
04:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
05:00:00	25 °C	25,9 °C	25,9 °C	25,7 °C	25,7 °C
10:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,9 °C	25,9 °C
11:00:00	25 °C	26 °C	26 °C	25,9 °C	25,9 °C
15:00:00	26,7 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C
16:00:00	26,1 °C	29,1 °C	28,5 °C	29,1 °C	29,1 °C

Hasil analisa suhu tidak semuanya termasuk dalam kriteria suhu ideal dilihat dari tabel diatas pada waktu pemerahan pukul 04.00-05.00 WIB dan 10.00-11.00 WIB suhu yang dihasilkan sesuai dengan kriteria namun pada pukul 15.00-16.00 WIB suhu melebihi kriteria suhu ideal yaitu 10 °C- 27 °C (Williamson dan Payne, 1968), yaitu sebesar 1 °C- 1,1 °C.

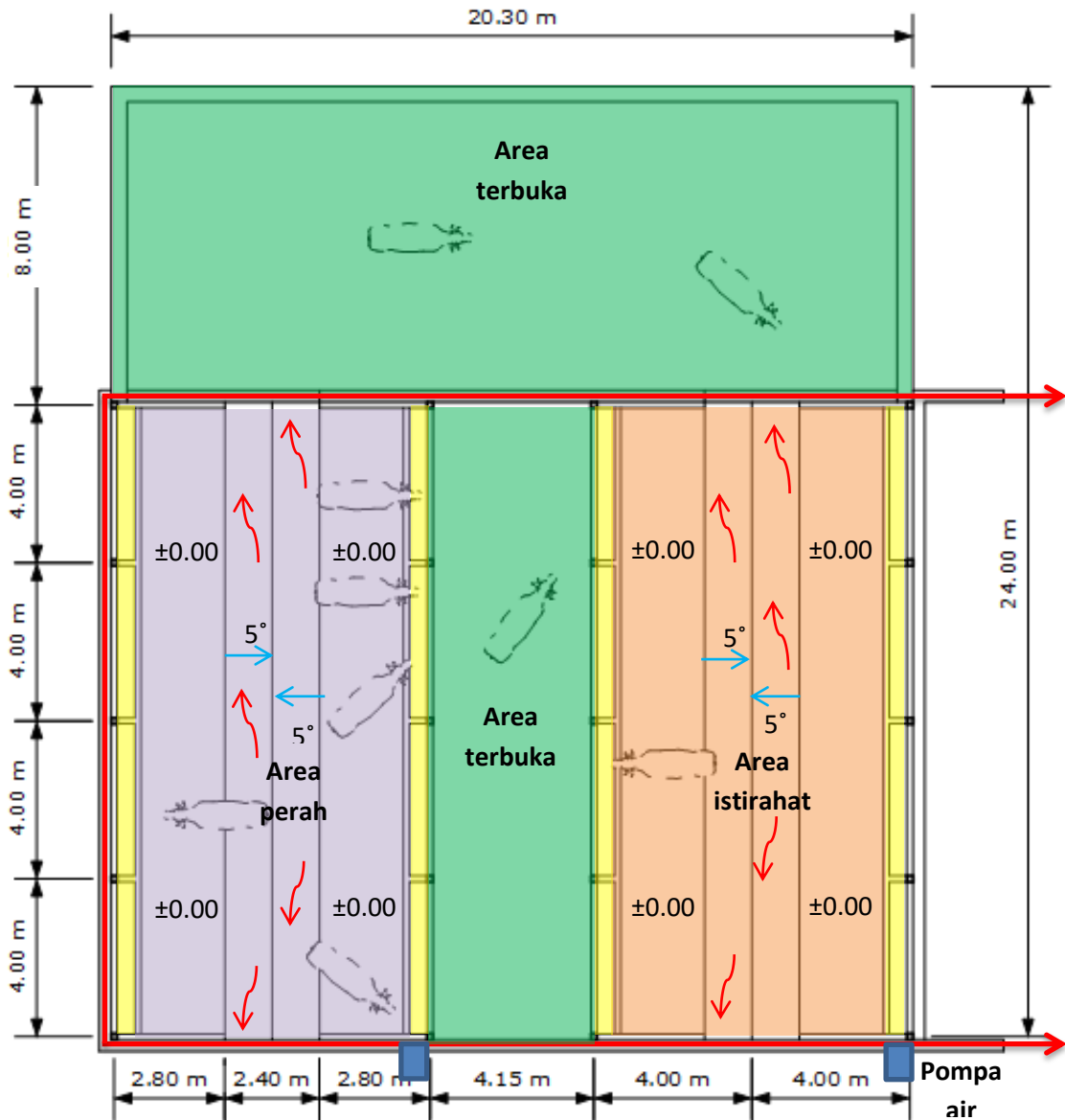
4.6.5 Hasil akhir desain kandang

Setelah dilakukan proses analisis, hasil desain kandang sapi perah yang dapat digunakan di UPTPT dan HMT Kota Batu ada dua model kandang yaitu model kandang semi terbuka dan model kandang terbuka yang masing-masing memiliki dua alternatif pilihan material dimana suhu di dalam kedua kandang tidak jauh berbeda sebesar 75% suhu yang dihasilkan memenuhi kriteria suhu ideal ternak sapi perah, untuk 25% yang belum memenuhi kriteria dapat dibantu dengan memberikan vegetasi disekitar kandang dimana vegetasi yang disusun vertikal atau tumbuhan disekitar bangunan mampu mengurangi panas dinding sebesar 2 °C (Braatz, 1993).

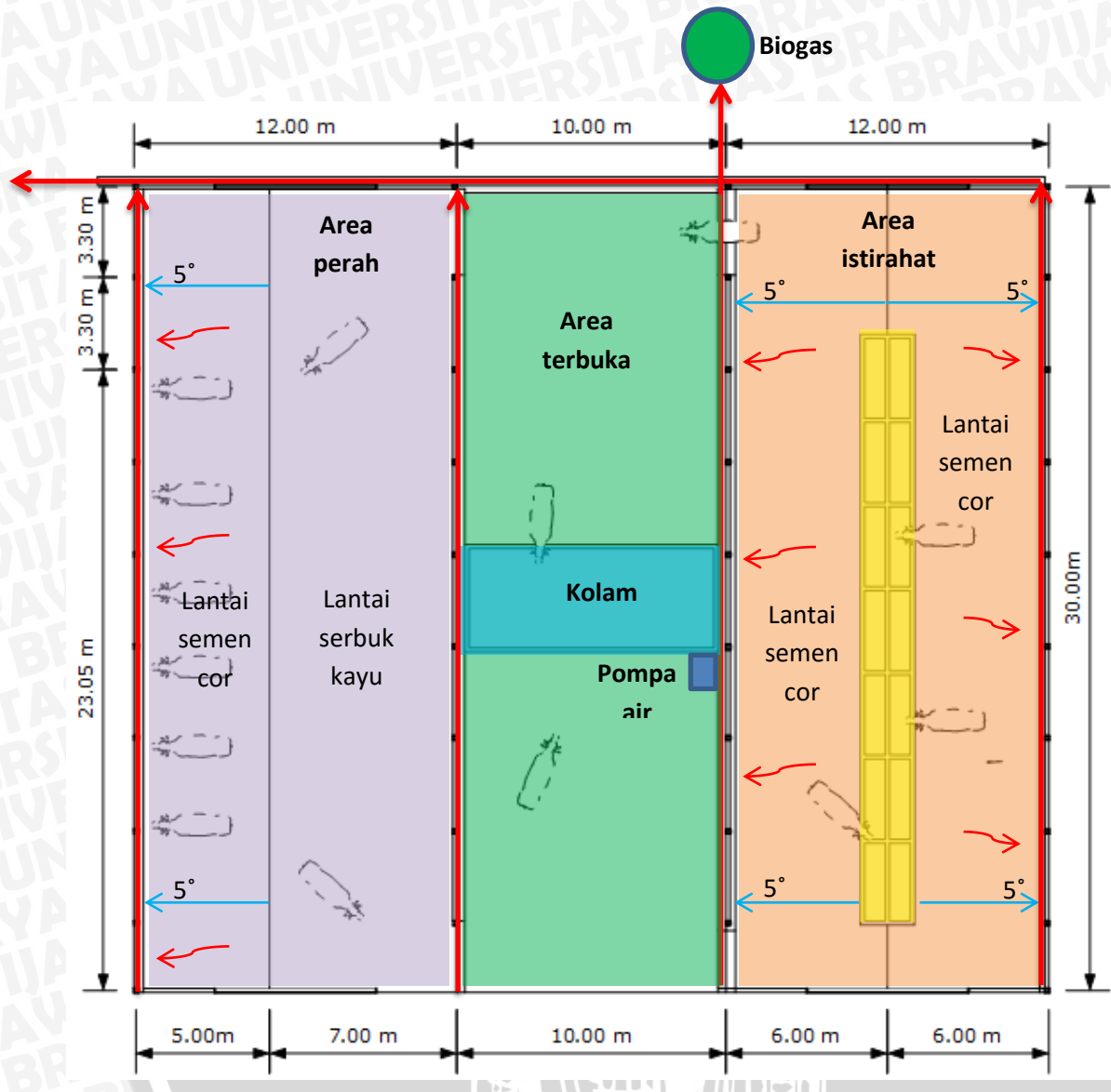
Penerapan vegetasi disekitar kandang termasuk dalam usaha pelestarian lingkungan berdasar Keputusan Menteri Pertanian No.422/Kpts/OT.210/7/2001, jika vegetasi diterapkan pada dinding dan disekitar kandang UPTPT dan HMT Kota Batu

diharapkan mampu menurunkan suhu disekitar dan di dalam kandang sehingga suhu ideal untuk sapi perah tercapai dan produksi susu yang dihasilkan dapat meningkat.

Setelah dilakukan analisis dengan pendekatan termal pada kandang, kebersihan kandang pada desain juga diperhatikan dengan penempatan drainase dan utilitas kebutuhan kandang guna mendukung tercapainya bangunan sehat untuk kandang sapi. Untuk mendukung kebersihan kandang tempat dimana sapi beristirahat dan tempat pemerahan dipisahkan agar terjaga kebersihannya, terlihat pada denah kandang berikut:



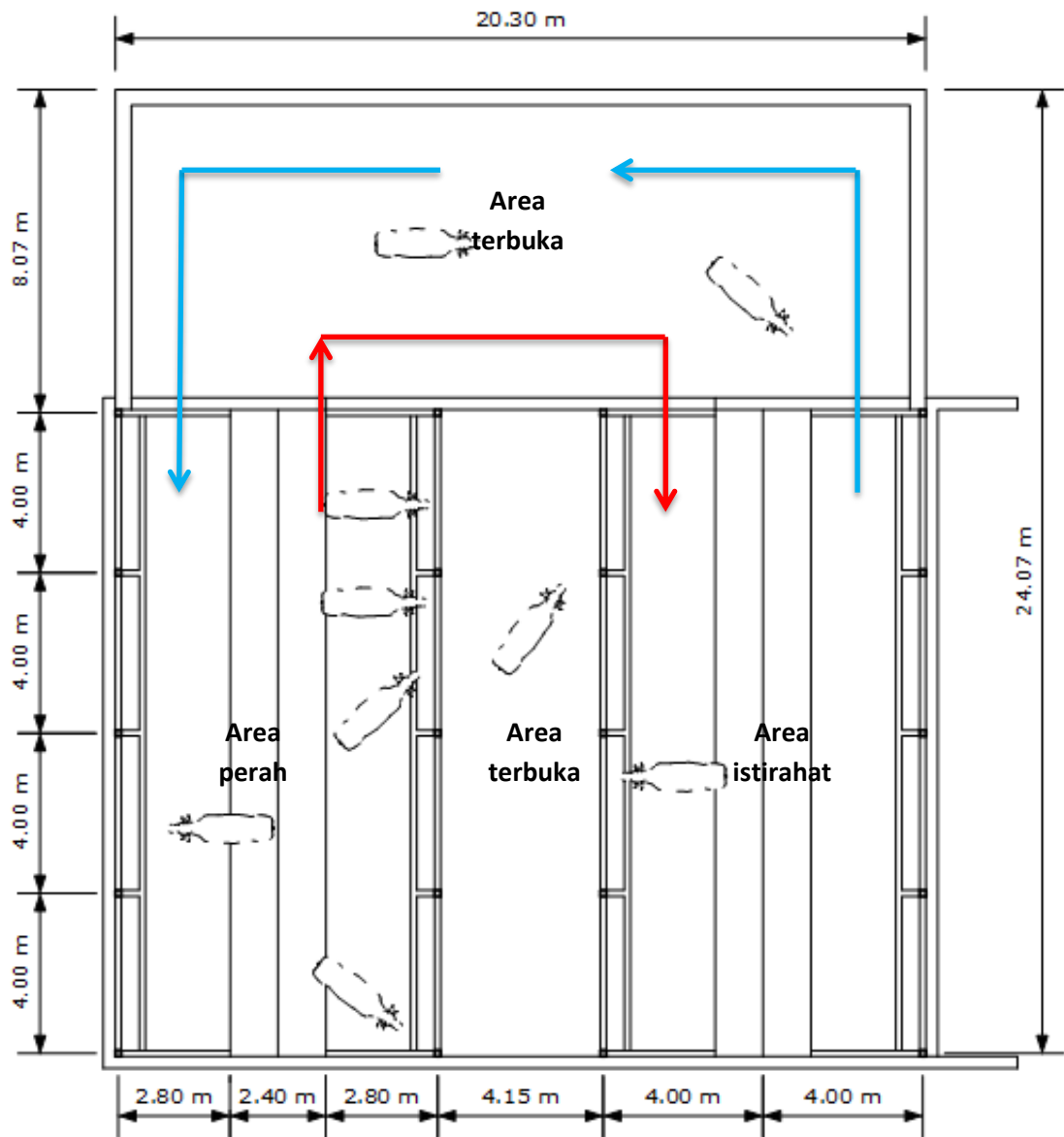
Gambar 4.62 Denah kandang terbuka



Gambar 4.63 Denah kandang semi terbuka

Pada masing-masing kandang terdapat drainase dan pompa air bersih untuk kebutuhan kebersihan kandang, kandang area istirahat dengan area perah dipisah agar mempermudah pembersihan kandang dan menjaga kesehatan sapi perah, diantara area istirahat dan area perah terdapat area terbuka dimana berfungsi sebagai area transisi atau tempat antrinya sapi sebelum diperah selain itu juga berfungsi untuk mengurangi stres pada sapi.

Sistem pemisahan area istirahat sapi dan area pemerahan sapi terlihat pada skema diagram berikut ini:



Gambar 4.64 Alur kandang terbuka

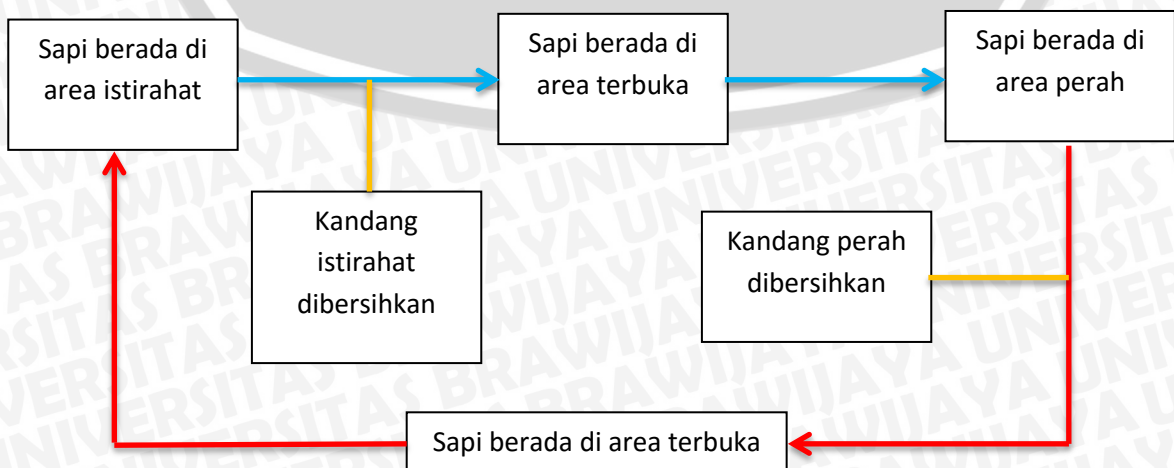
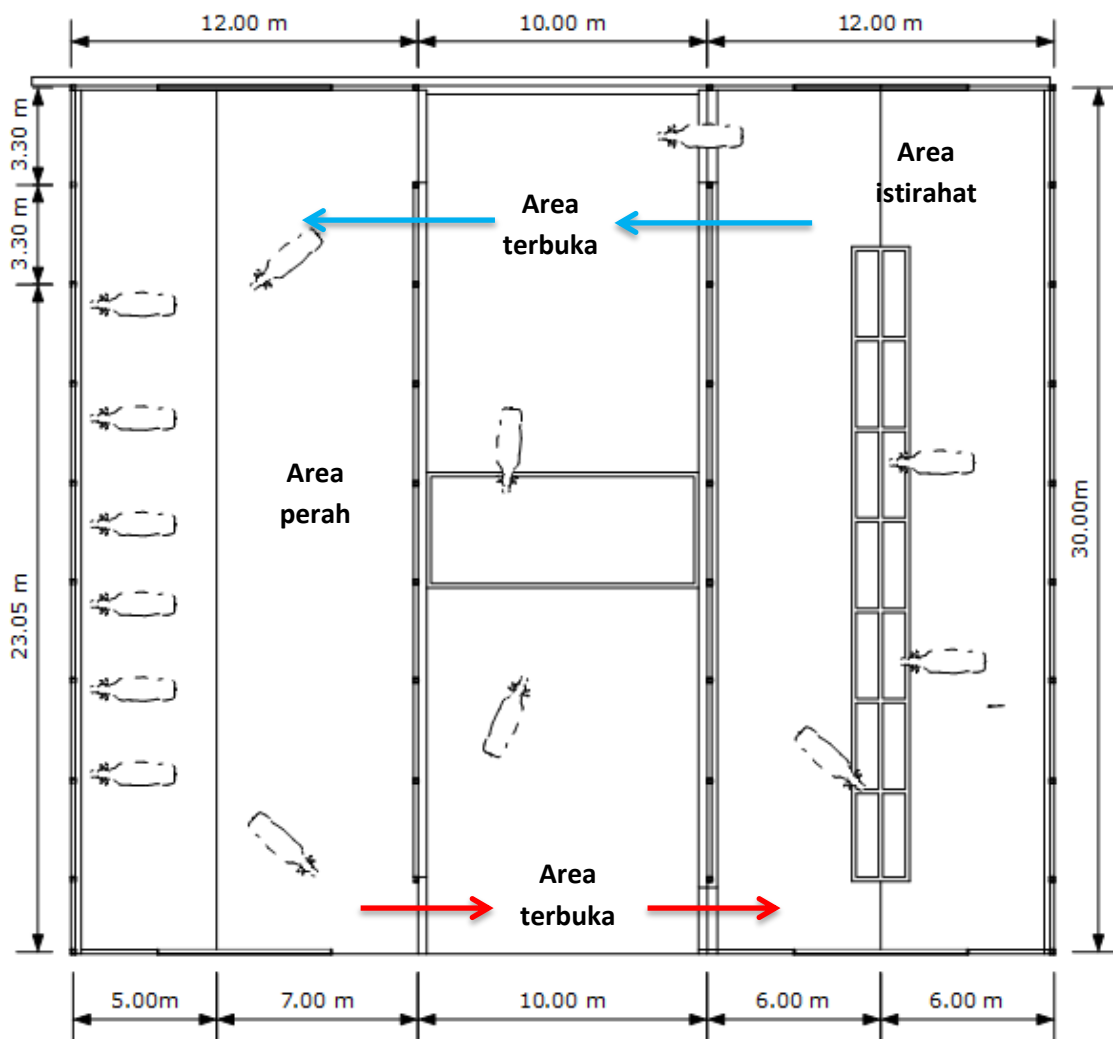


Diagram 4.17 Alur sirkulasi sapi pada kandang terbuka



Gambar 4.65 Alur kandang semi terbuka

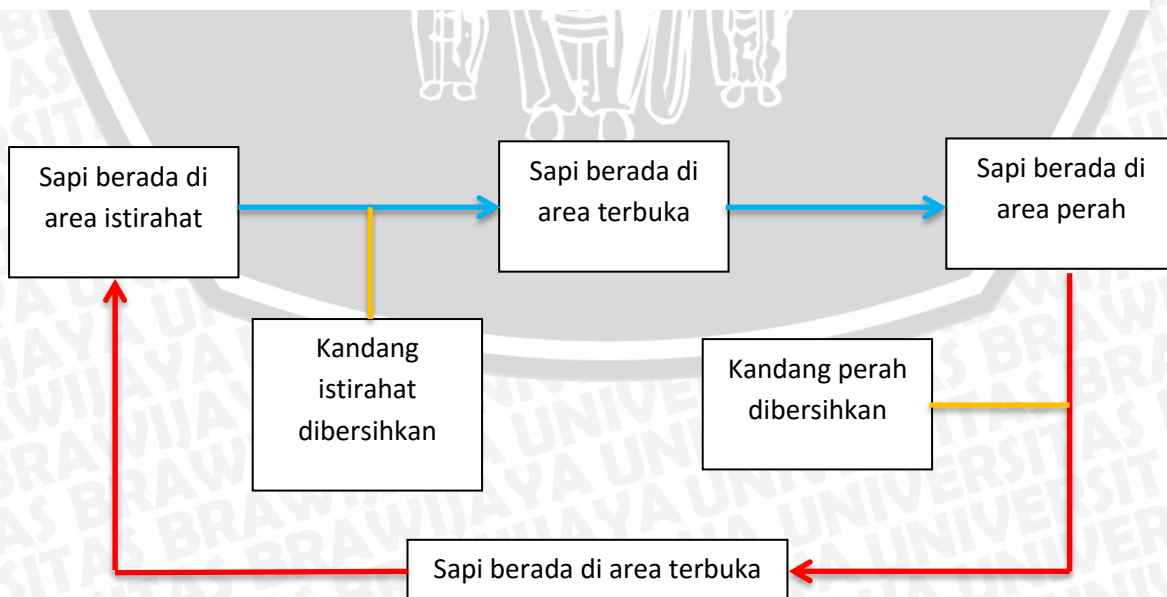
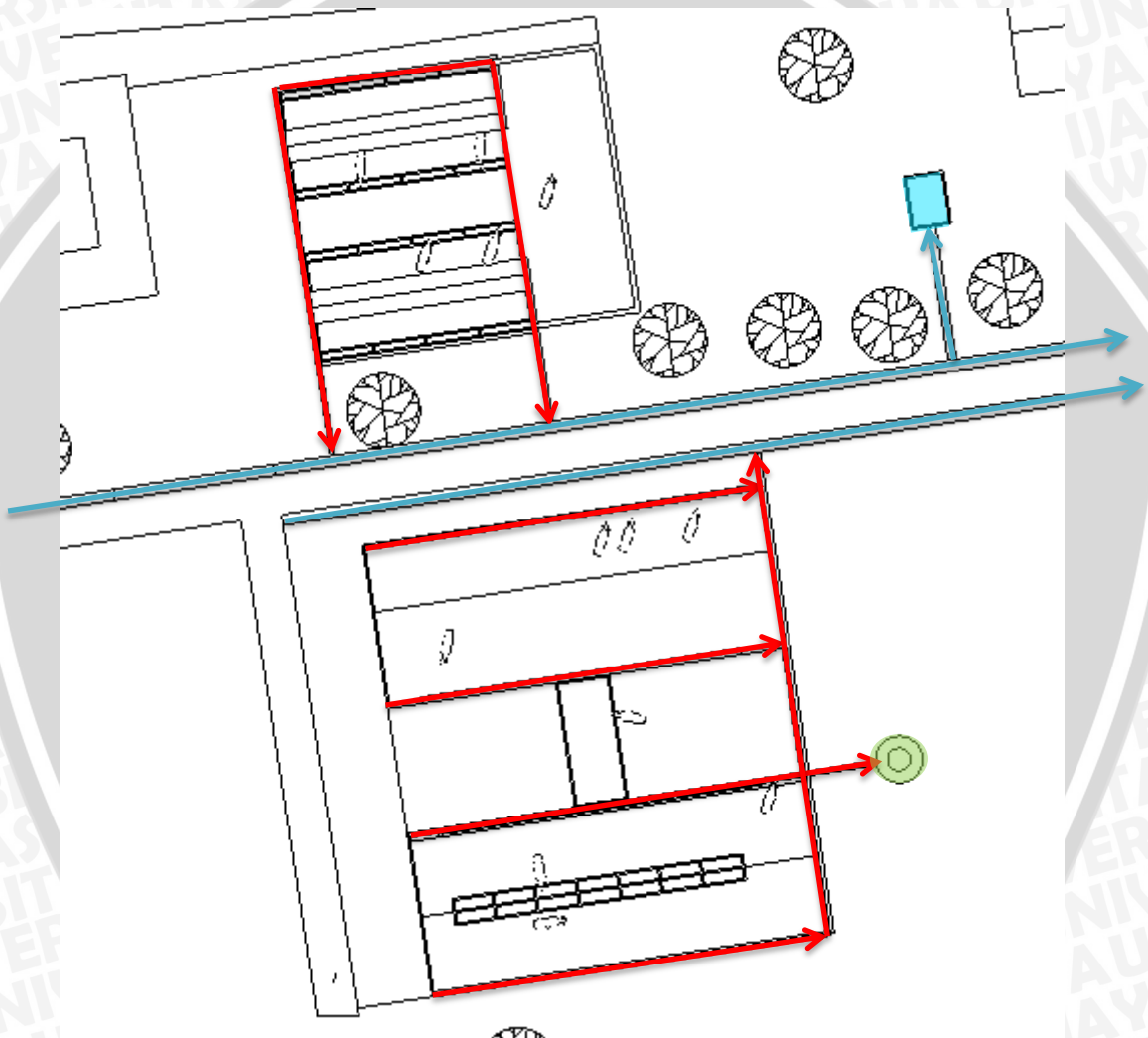


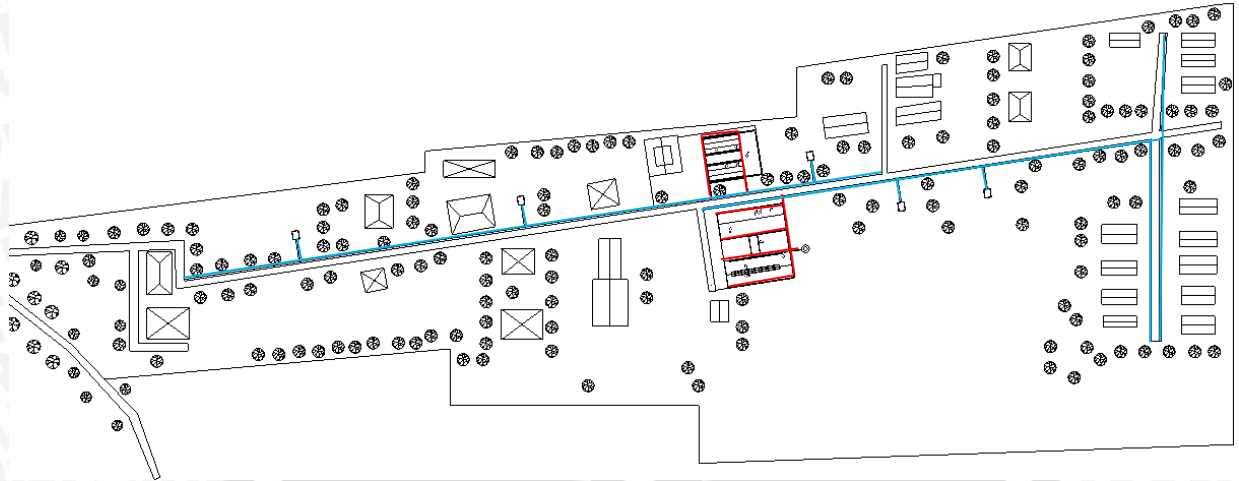
Diagram 4.18 Alur sirkulasi sapi pada kandang semi terbuka

Kandang sapi yang telah dilakukan proses pembersihan air sisa pembersihan akan melalui drainase yang terlihat pada siteplan dimana distribusi drainase pada tapak dan kandang mengarah ke drainase utama, untuk kandang terbuka diarahkan ke drainase utama tapak kemudian akan ditampung pada bak penampungan yang nantinya akan didistribusikan ke lahan kosong sekitar. Sedangkan drainase kandang semi terbuka terdapat dua jalur distribusi yaitu ke drainase utama tapak dan biogas yang dapat digunakan sebagai sumber energi tambahan.



Gambar 4.66 Layout kandang

-  Drainase kandang
-  Drainase utama tapak
-  Bak penampungan
-  Biogas

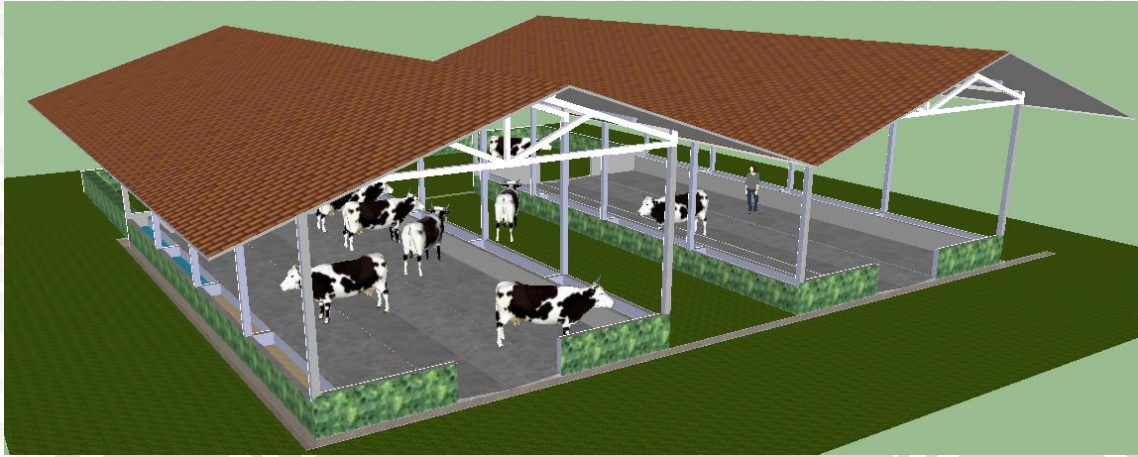


Gambar 4.67 Layout tapak

Pada layout tapak terlihat distribusi drainase utama memiliki beberapa percabangan dan bak penampung, bak penampung tersebut berfungsi untuk menampung air drainase dan air hujan yang nantinya akan di distribusikan ke lahan kosong sekitar sebagai penyiraman dan penyuburan tanah.

Setelah dilakukan uji simulasi dan modifikasi pada kandang sapi perah diharapkan model kandang yang telah diteliti mampu menambah wawasan dan dapat digunakan sebagai acuan dasar baru dalam mendesain bangunan kandang sapi perah yang sehat sehingga dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas sapi perah yang ada di Indonesia.

Berikut adalah beberapa gambar model kandang terbuka dan semi terbuka, pada model kandang terbuka terlihat lebih tinggi dan tidak memiliki dinding penutup, dimana aliran udara dari luar kandang ke dalam kandang akan sangat lancar,



Gambar 4.68 Desain kandang terbuka

Pada bagian belakang kandang terdapat area terbuka dimana sapi dapat bergerak bebas, selain berfungsi sebagai tempat bebas sapi area terbuka ini juga berfungsi sebagai tempat tunggu untuk sapi ketika sapi akan diperah dan ketika kandang sapi dibersihkan. Untuk drainase pada kandang terbuka dialirkan dengan lantai yang memiliki kemiringan 5° yang kemudian dialirkan ke drainase utama tapak.

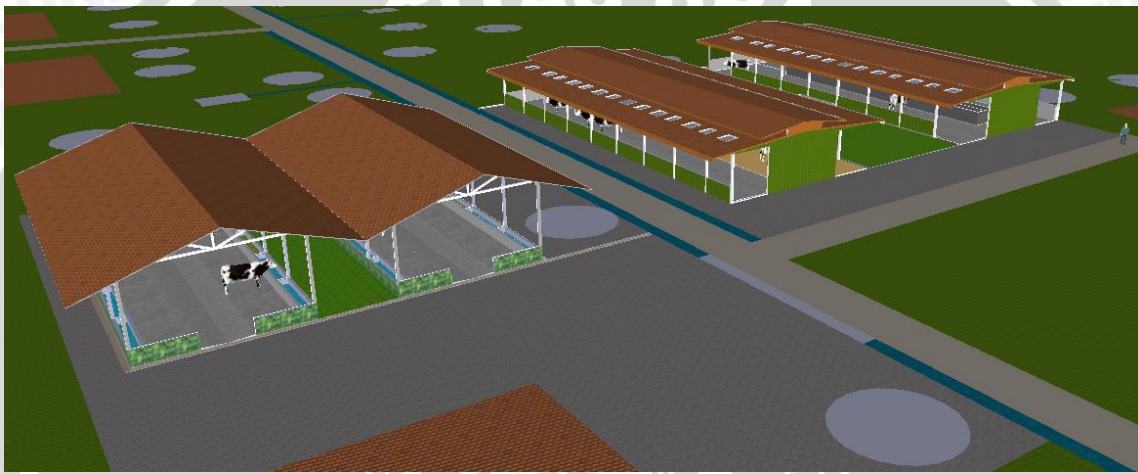
Sedangkan untuk kandang semi terbuka memiliki ukuran yang lebih besar daripada kandang terbuka dan penutup dinding yang lebih banyak, area terbuka pada kandang semi terbuka terdapat kolam yang juga bisa digunakan tempat minum sapi perah. Pada lantai kandang semi terbuka dibedakan menjadi dua yaitu pada kandang area istirahat menggunakan material semen cor, sedangkan pada area perah menggunakan semen cord an serbuk kayu, karena lantai serbuk kayu lebih dapat menghasilkan suhu lebih dingin didalam kandang daripada lantai semen cor



Gambar 4.69 Desain kandang semi terbuka

Pada perspektif layout terlihat bahwa letak posisi kandang terbuka dan semi terbuka hamper berada pada satu garis namun dipisahkan oleh jalan utama pada tapak, kedua kandang sama-sama memiliki orientasi ke barat





Gambar 4.69 perspektif

Sistem drainase kandang pada drainase utama berada di samping masing-masing kandang, sehingga aliran drainase bisa langsung diteruskan ke tempat penampungan di setiap persimpangan yang berfungsi sebagai penyiraman lahan kosong yang ada didalam tapak.