



UNIVERSITAS INDONESIA

**FENOMENA KONDENSASI PADA *TEXTILE DUCTING*
BERBAHAN POLYESTER**

SKRIPSI

FERI ARDI

0606031875

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

FERI ARDI

0606031875


**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Kami menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul :

FENOMENA KONDENSASI PADA *TEXTILE DUCTING* BERBAHAN POLYESTER

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Nama : Feri Ardi
NPM : 0606031875
Tanda Tangan : 
Tanggal : Januari 2012

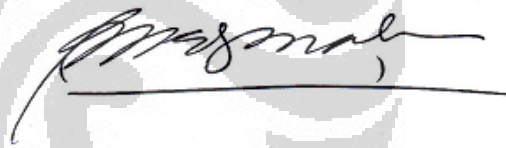
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Feri Ardi
NPM : 0606031875
Program studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Fenomena Kondensasi Pada *Textile Ducting* Berbahan Polyester

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

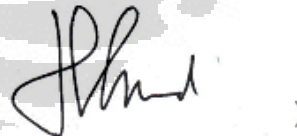
Pembimbing : Ir. Rusdy Malin, M.Eng.



Penguji : Dr. Ir. Budihardjo, Dipl. Ing.



Penguji : Dr. Ir. Muhammad Idrus Alhamid.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Januari 2012

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil'alamini atas berkah, rahmat dan karunia yang telah diberikan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul "**FENOMENA KONDENSASI PADA TEXTILE DUCTING BERBAHAN POLYESTER**". Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Asfan dan Ibunda Samsimar serta kakak penulis Hendry Kurniawan dan adik penulis Firdaus. Terima kasih atas cinta, doa, dukungan dan semangat yang telah di berikan.
2. Ir. Rusdy Malin, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Semua dosen, staf pengajar dan karyawan DTM-FTUI yang secara langsung atau tidak langsung memberikan pelajaran, wawasan, informasi dan bantuan untuk penyusunan skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin dan Perkapalan angkatan 2006, yang membantu dengan dukungan tenaga, waktu, semangat, dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
5. Hendri D. K. Imlawal, Akhmad Fahri Iqbal Alisufi, Triwahyu Rahmatu Januar yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan memeberikan dukungan moril dalam penulisan skripsi ini.
6. Helsa Devina, S.Farm, Apt yang selalu setia mendengar keluh kesah dan memberi semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini ditengah masalah dan konflik keluarga penulis yang datang silih berganti. Terima kasih untuk cinta dan kasih sayang yang telah kamu berikan selama ini.

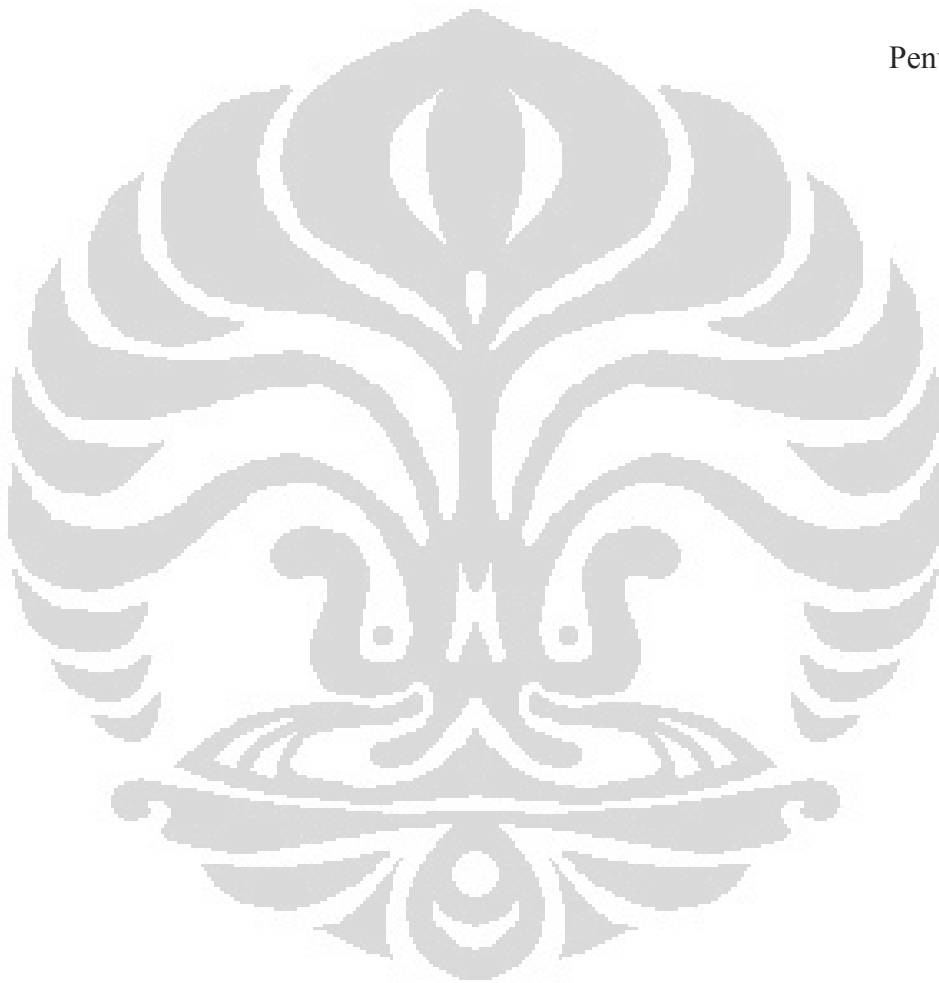
Semoga Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis. Tugas

akhir ini jauh dari kata sempurna, banyak terdapat kekurangan, kiranya dapat menjadi bahan pembelajaran dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan demi kemajuan bangsa Indonesia.

Depok, Januari 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Feri Ardi
NPM : 0606031875
Program studi : Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**FENOMENA KONDENSASI PADA *TEXTILE DUCTING*
BERBAHAN POLYESTER**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Januari 2012
Yang menyatakan :



(Feri Ardi)

Abstrak

Nama : Feri Ardi
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Fenomena Kondensasi Pada *Textile Ducting* Berbahan Polyester

Penyegaran udara merupakan suatu proses mendinginkan udara sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang ideal. Kebanyakan unit pengkondisi udara digunakan untuk kenyamanan (*comfort air conditioning*), yaitu untuk menciptakan kondisi udara yang nyaman bagi orang yang berada di dalam suatu ruangan. Saluran udara (*ducting*) merupakan bagian dari sistem pengkondisian udara yang berfungsi untuk mendistribusikan udara dingin ke ruangan yang akan dikondisikan. Fenomena kondensasi pada *textile ducting* terjadi pada *ducting* yang digunakan. Kondensasi pada *textile ducting* terjadi pada permukaan lapisan bagian dalam dan luar dari *ducting* dan dapat berupa tetesan air yang jatuh dari *ducting* yang digunakan. *Textile ducting* dapat dibuat dari material *permeable* dan *impermeable* yang disesuaikan dengan kebutuhan pemakaian. Cara untuk mengetahui fenomena kondensasi pada *textile ducting* yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung pada *textile ducting* yang digunakan untuk melihat tetesan air yang jatuh dari *ducting* yang digunakan.

Kata kunci : *textile ducting*, saluran udara, kondensasi

Abstract

Name : Feri Ardi

Study Program : Mechanical Engineer

Title : Condensation Phenomena On Textile Ducting With Polyester Material

Air refresher is a process to cool the air so as to achieve the ideal temperature and humidity. Most air conditioning units is being used for comfort (comfort air conditioning), which is to create a comfortable air conditions for people who are in a room. Air duct (ducting) is part of the air conditioning system which serves to distribute cool air into the room to be conditioned. The phenomenon of condensation on the ducting occurs in textile ducting used. Condensation on the textile ducting occurs on the surface of the inner and outer layers of the ducting and can be either water droplets falling from the ducting being used. Textile ducting can be made of permeable and impermeable materials that are tailored to user needs. How to know the phenomenon of condensation in textile ducting is to make direct observations on textile ducting used to see water droplets falling from the ducting being used.

Key words : textile ducting, cool air, condensation

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
Abstrak	viii
Abstract	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Metodologi Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 TEORI ALIRAN UDARA	5
2.1.1 Aliran Satu Arah	5
2.1.2 Aliran Turbulen	5
2.1.3 Aliran Udara Campuran	5
2.2 SISTEM PENGKONDISIAN UDARA	5
2.2.1 Kriteria Sehat dan Nyaman	6
2.2.2 Kenyamanan Termal	6
2.2.3 Kualitas Udara	6
2.2.4 Perkiraan Besar Kalor yang Hilang dan yang Diperoleh	7

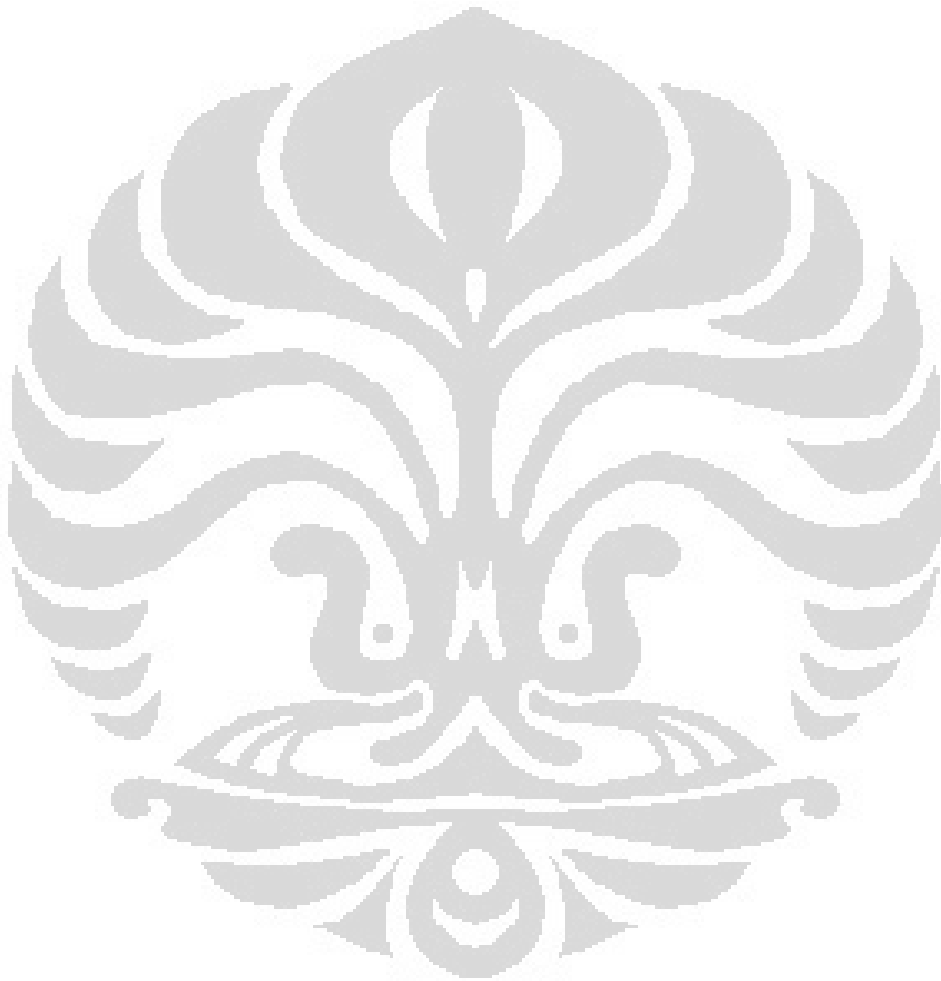
2.2.5 Kondisi-Kondisi Rancangan	7
2.3 PERENCANAAN SISTEM DUCTING	7
2.3.1 Kecepatan Aliran Udara.....	7
2.3.2 <i>Heat Gain/Loss</i>	8
2.3.3 Material.....	8
2.3.4 <i>Friction Drop</i>	8
2.3.5 Tekanan Statis.....	8
2.3.6 Aliran Udara.....	9
2.4 SISTEM DISTRIBUSI UDARA	10
2.5 EVALUASI KONDENSASI PADA PERMEABLE DAN IMPERMEABLE MATERIALS FOR AIR DISTRIBUTION	12
2.6 TEORI KONDENSASI	12
2.6.1 Kandungan Uap Air Di Udara.....	14
2.6.1.1 Struktur Udara Atmosfir	14
2.6.1.2 Campuran Uap Air Dan Udara	14
2.7 PSYCHROMETRIC CHART	15
2.7.1 <i>Dry-Bulb Temperature</i> (Temperatur Bola Kering).....	15
2.7.2 <i>Wet-Bulb Temperature</i> (Temperature Bola Basah).....	16
2.7.3 <i>Relative Humidity</i> (RH).....	16
2.7.4 <i>Dew-Point Temperature</i> (Suhu Titik Embun).....	18
2.7.5 <i>Specific Humidity</i> (W).....	18
2.7.6 Enthalpi (H).....	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 FENOMENA KONDENSASI PADA TEXTILE DUCTING BERBAHAN POLYESTER	19
3.1.1 Bahan dan Peralatan Pengujian.....	19
3.2 Diagram Alir Pengujian	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 ANALISIS PERCOBAAN ALIRAN UDARA	26
4.2 ANALISIS PERCOBAAN FENOMENA KONDENSASI PADA TEXTILE DUCTING BERBAHAN POLYESTER	29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
DAFTAR ACUAN	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Unsur-unsur kecepatan udara dalam saluran udara.....	8
Gambar 2. 2 <i>Throw</i> udara	9
Gambar 2. 3 Proyeksi udara pada <i>diffuser</i>	9
Gambar 2. 4 Pola distribusi udara <i>diffuser</i> terletak di lantai.....	11
Gambar 2. 5 Pola distribusi udara <i>diffuser</i> terletak di atap (<i>ceiling diffuser</i>)	11
Gambar 2. 6 Pola distribusi udara <i>diffuser</i> terletak di dinding dekat langit-langit	12
Gambar 2. 7 Kondensasi pada permukaan luar botol	14
Gambar 2. 9 <i>Psychrometric Chart</i> , SI Units.....	15
Gambar 2. 8 Alat pengukur <i>Dry-bulb</i> dan <i>Wet-bulb</i>	16
Gambar 2. 10 Kurva saturasi udara.....	17
Gambar 3. 1 Dimensi alat plug in refrigeration unit GEKN 1200.....	20
Gambar 3. 2 Letak alat plug in refrigeration unit GEKN 1200	21
Gambar 3. 3. <i>Textile Ducting</i>	22
Gambar 3. 4 <i>Nozzle</i>	22
Gambar 3. 5 Thermometer - Hygrometer	23
Gambar 3. 6 TFD 128	23
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	23
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> penelitian	25
Gambar 4. 1 Udara pada <i>orifice</i> dilihat dari sebelah kanan evaporator.....	26
Gambar 4. 2 Udara pada <i>orifice</i> dilihat dari sebelah kiri evaporator.....	27
Gambar 4. 3 Udara pada <i>orifice</i> dilihat dari sebelah kanan evaporator.....	27
Gambar 4. 4 Berat uap air vs waktu (8 jam).....	29
Gambar 4. 5 Berat uap air vs waktu (4 jam 20 menit).....	30
Gambar 4. 6 Berat uap air per jam (8 jam)	31
Gambar 4. 7 Berat uap air per jam (4 jam 20 menit)	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perubahan fase zat padat, cair dan gas.....	13
--	----

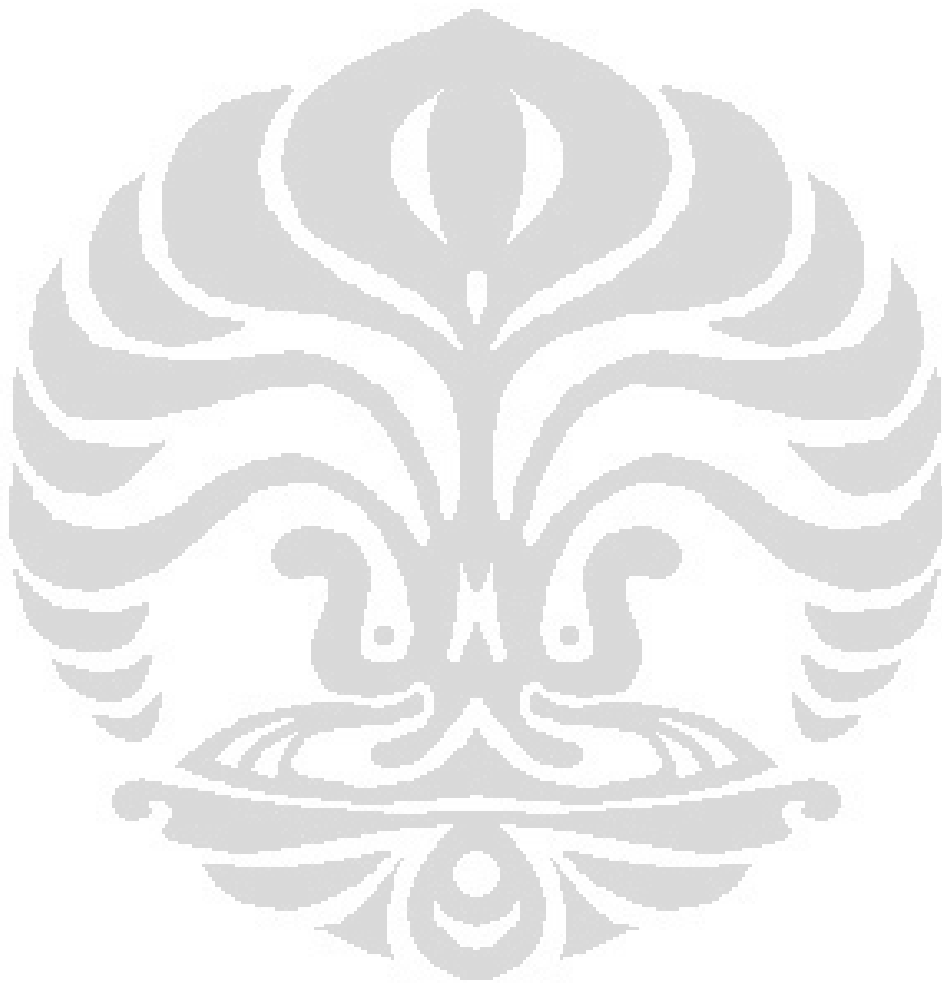


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data-data Teknis <i>Refrigeration Unit</i>	37
Lampiran 2. Data pengujian textile ducting selama 8 jam pada tanggal 17-12-2011	46
Lampiran 3. Data pengujian textile ducting selama 4 jam 20 menit pada tanggal 19-12-2011	46
Lampiran 4. Data pengujian textile ducting selama 4 jam pada tanggal 21-12-2011	46
Lampiran 5. Data temperatur dan kelembaban selama 8 jam pada tanggal 17-12-2011	47
Lampiran 6. Data temperatur dan kelembaban selama 4 jam 20 menit pada tanggal 19-12-2011	55
Lampiran 7. Data temperatur dan kelembaban selama 4 jam pada tanggal 21-12-2011	62
Lampiran 8. Data temperatur rata-rata kota Depok tahun 2010	67
Lampiran 9. Data kelembaban udara kota Depok tahun 2010	68
Lampiran 10. Data perhitungan berat uap air per jam pada <i>ducting</i> selama pengujian tanggal 17, 19, 21 Desember 2011	69
Lampiran 11. Contoh grafik temperatur dan kelembaban dari penggunaan TFD 128 pada tanggal 19-12-2011	71

DAFTAR NOTASI

Daftar Notasi	Satuan
<i>AP</i> : Average Pressure	(Pa)
<i>ISP 1</i> : Inlet Statik Pressure	(Pa)
<i>VP</i> : Velocity Pressure	(Pa)
<i>FL</i> : Frictional Pressure Loss	(Pa)
<i>A_o</i> : Luas area pada kecepatan awal	(m ²)
<i>Q_o</i> : Debit aliran udara pada outlet	(m ³ /s)
<i>K</i> : Konstanta	(none)
<i>V_x</i> : Kecepatan garis tengah	(m/s)
<i>V_o</i> : Kecepatan awal	(m/s)
<i>Ø</i> : relative humidity	(%)
<i>p</i> (H ₂ O) : tekanan parsial uap air dalam campuran	(none)
<i>p</i> [*] (H ₂ O) : tekanan uap jenuh air pada temperatur tertentu dalam campuran	(none)
<i>SH</i> : Specific humidity	(grains)
<i>m_v</i> : massa uap air	(gram)
<i>m_a</i> : massa udara kering	(kilogram)



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan di berbagai sektor kegiatan perkotaan memberikan dampak positif dan dampak negatif terhadap kondisi lingkungan. Dampak negatif yang muncul seringkali disadari hanya sebagai dampak sementara dari proses pembangunan dan perkembangan, namun dalam kurun waktu kurang dari lima tahun, ternyata dampak lingkungan yang dimaksud telah memberikan efek divergensinya pada berbagai tolak ukur kualitas hidup masyarakat kota yang antara lain berupa degradasi tingkat kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Lingkungan sebagai tempat tinggal manusia berpengaruh besar terhadap perilaku dan kebiasaan masyarakat yang tinggal di dalamnya. Berbicara masalah lingkungan, maka salah satu hal yang tidak dapat ditinggalkan adalah masalah udara.

Pada daerah yang cukup padat aktivitasnya, udara merupakan masalah akut yang cukup menjadi perhatian bagi pemimpin daerah pada khususnya. DKI Jakarta sebagai ibu kota negara, dengan lokasinya yang berada di tepi pantai dan dengan penduduk lebih dari 12 juta, maka tidaklah heran jika Jakarta memiliki kondisi udara yang kurang nyaman (terasa sangat panas dan sebagainya). Panas, polusi udara dan kebisingan saat ini merupakan bagian dari kehidupan metropolitan sehari-hari. Kepadatan penduduk dan kegiatan ekonomi menghasilkan akumulasi panas di kota Jakarta.

Penataan ruang kota yang baik dapat memberikan berbagai kenyamanan bagi penghuninya. Hidup yang bahagia, sehat serta mampu mengembangkan diri secara optimal merupakan bagian dari hasil kenyamanan tersebut. Kondisi udara yang nyaman sangat dibutuhkan semua orang dimanapun mereka berada, sebab dengan kondisi udara yang nyaman tersebut seseorang dapat lebih produktif lagi dalam melakukan aktivitas.

Untuk mencapai kenyamanan, kesehatan dan kesegaran hidup dalam ruangan rumah tinggal atau bangunan-bangunan bertingkat, khususnya di daerah beriklim tropis dengan udara yang panas dan tingkat kelembaban tinggi, diperlukan usaha untuk mendapatkan udara segar, baik udara segar dari alam dan

aliran udara buatan. Cara memperoleh udara segar dari alam adalah dengan cara memberikan bukaan pada daerah yang diinginkan dan memberikan ventilasi yang sifatnya menyilang. Udara yang nyaman mempunyai kecepatan rata-rata 0,25m/detik hingga 0,4m/detik^[1], dengan suhu/temperatur kurang dari 30°C dan banyak mengandung O₂. Daerah di Indonesia kebanyakan kurang memberikan kenyamanan karena udaranya panas, udaranya kotor (berdebu, berasap) dan angin tidak menentu, khususnya pada bangunan tinggi, angin mempunyai kecepatan tinggi. Keadaan alam yang demikian, maka diperlukan suatu cara untuk mendapatkan kenyamanan dengan menggunakan alat penyegaran udara (*air condition*).

Penyegaran udara merupakan suatu proses mendinginkan udara sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang ideal. Sistem penyegaran udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama yaitu penyegaran udara untuk kenyamanan kerja dan penyegaran udara untuk industri. Kebanyakan unit pengkondisi udara digunakan untuk kenyamanan (*comfort air conditioning*), yaitu untuk menciptakan kondisi udara yang nyaman bagi orang yang berada di dalam suatu ruangan. Dengan adanya penyegaran udara ini, diharapkan udara menjadi segar sehingga karyawan dapat bekerja dengan baik, pasien di rumah sakit menjadi lebih nyaman dan penghuni rumah tinggal menjadi nyaman. Sistem penyegaran udara untuk industri dirancang untuk memperoleh temperatur kelembaban dan distribusi udara yang sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh proses serta peralatan yang dipergunakan di dalam ruangan yang digunakan untuk penyimpanan barang-barang hasil produksi atau bahan baku untuk proses produksi.

Saluran udara (*ducting*) merupakan bagian dari sistem pengkondisian udara yang berfungsi untuk mendistribusikan udara dingin ke ruangan yang akan dikondisikan. Alat untuk mendistribusikan udara ke dalam ruangan adalah *diffuser* dan *ducting* itu sendiri. Pada umumnya *ducting* yang biasa dipakai terbuat dari *metal* dalam hal ini baja yang dilapisi seng. Jadi dalam mendesain *ducting* tersebut hendaknya dilakukan dengan cermat karena berpengaruh pada banyaknya bahan *ducting* yang dipakai dan tentu saja akan mempengaruhi besarnya biaya yang akan digunakan. *Ducting* yang terbuat dari *metal* pada umumnya, apabila

dilewati udara yang berkecepatan cukup tinggi tentu akan menimbulkan gesekan antara udara tersebut dan permukaan dalam *ducting* yang pada akhirnya akan menimbulkan bunyi yang terkadang cukup mengganggu kenyamanan. *Diffuser* dapat ditempatkan pada dinding atau langit-langit pada beberapa tempat, sesuai dengan desain ruangan. Tipe ukuran dan lokasi *diffuser* akan menentukan distribusi temperatur dan gerakan udara dalam ruangan. Banyak kekurangan ditemui dalam *diffuser* sebagai penyebar udara dalam ruangan. Hampir semua *diffuser* membentuk daerah stagnasi, distribusi temperatur tidak merata dan kecepatan semburan yang besar serta banyak lagi kekurangan lainnya. Sehingga diperlukan suatu cara atau alat yang dapat mengurangi kerugian di atas maupun penemuan baru sebagai pilihan lain pengganti *diffuser* ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan tugas akhir mengenai *ducting* ini secara khusus adalah untuk mengetahui **FENOMENA KONDENSASI PADA TEXTILE DUCTING BERBAHAN POLYESTER**. Secara umum tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi syarat kelulusan sebagai Sarjana Teknik Mesin Universitas Indonesia.

1.3 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan beberapa cara yaitu :

- a. Studi pustaka yang berupa penelusuran literatur dari buku-buku, standar internasional dan informasi dari internet
- b. Menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian
- c. Melakukan pengambilan data
- d. Analisa dari data yang didapat
- e. Penulisan laporan dari hasil penelitian

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memberikan fokus utama dalam pembahasan serta perhitungan tugas akhir ini, batasan masalah yang diperlukan adalah :

- Jenis *textile ducting* yang digunakan adalah *textile ducting high throw*, tanpa percabangan dengan pengeluaran jenis *orifice*.
- Pengujian dilakukan untuk mengetahui fenomena kondensasi pada *textile ducting* berbahan polyester dilakukan pada ruangan yang telah ditentukan.
- Tidak melakukan perbandingan unjuk kerja terhadap *ducting* berbahan *metal*.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara berkelanjutan agar antara bab yang satu dan yang lain saling mendukung. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- **Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah dan metodologi penulisan serta sistematika penulisan.

- **Bab II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang teori aliran udara dan jenis-jenisnya, sistem pengkondisian udara, perencanaan sitem *ducting*, *textile ducting* dan teori kondensasi.

- **Bab III Metodologi Penelitian**

Pada bab ini berisikan tentang penelitian mengenai fenomena kondensasi pada *textile ducting* berbahan polyester.

- **Bab IV Hasil dan Pembahasan**

Pada bab ini berisikan tentang penjelasan hasil dan pembahasan pengujian fenomena kondensasi pada *textile ducting* berbahan polyester.

- **Bab V Analisa dan Kesimpulan**

Pada bab ini berisikan analisa terhadap pengamatan yang telah dilakukan serta kesimpulan yang diperoleh dan rekomendasi untuk penelitian berikutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TEORI ALIRAN UDARA

Bentuk dan aliran udara dalam ruangan dapat dibedakan menjadi dua jenis aliran yaitu aliran satu arah (*unidirectional*) dan aliran udara turbulenta/acak (*non-directional*). Pada aplikasi tertentu digunakan pula aliran campuran, yang merupakan gabungan dari kedua jenis aliran udara diatas.

2.1.1 Aliran Satu Arah

Aliran satu arah dapat didefinisikan sebagai aliran udara yang bergerak dengan kecepatan seragam dan membentuk garis aliran yang sejajar. Jenis aliran yang garis-garis arusnya lurus dan sejajar semua merupakan aliran bidang yang paling sederhana. Jenis aliran ini disebut aliran seragam (*uniform flow*)^[2].

Aliran udara satu arah dibedakan lagi menjadi aliran udara tipe vertikal dan horizontal. Dengan menggunakan aliran satu arah, seluruh partikel kontaminan yang berukuran kurang dari 15 μ m akan tersapu dan dapat dicegah masuk ke dalam aliran udara. Gangguan berupa benda atau gerakan benda pada jalannya aliran akan menyebabkan terjadinya turbulensi.

2.1.2 Aliran Turbulen

Aliran turbulen merupakan suatu aliran udara dengan kecepatan berbeda-beda pada setiap titik, dengan nilai Reynolds diatas 2300^[3]. Pada aliran turbulenta, udara bergerak dalam arah yang acak sehingga jumlah partikel yang terkandung didalamnya juga lebih banyak dibandingkan dengan aliran satu arah.

2.1.3 Aliran Udara Campuran

Aliran udara campuran merupakan gabungan dari aliran udara satu arah dan aliran udara turbulenta dalam satu ruangan. Aliran udara satu arah hanya digunakan pada daerah tertentu dalam ruangan yang dinilai paling kritis saja, sedangkan daerah lainnya menggunakan aliran udara turbulenta. Sistem udara ini hanya digunakan pada *workstation* dan unit tirai (*curtain unit*).

2.2 SISTEM PENGKONDISIAN UDARA

Perancangan sistem penghangatan, sistem pendinginan, ventilasi dan pengkondisian udara atau *heating, ventilating and air conditioning* (HVAC) harus

dimulai dengan mengetahui sifat-sifat termal dinding dan atap, hal ini bertujuan untuk menghitung kapasitas dan energi kerja yang dibutuhkan. Salah satu tujuan dari sistem pengkondisian udara ialah untuk menciptakan kenyamanan pada ruangan yang akan dikondisikan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan tersebut .

2.2.1 Kriteria Sehat dan Nyaman

Tubuh manusia mampu merupakan suatu organisme yang dapat menyesuaikan diri, bahkan tubuh manusia mampu berfungsi dalam kondisi termal yang cukup ekstrim. Keanekaragaman suhu dan kelembaban udara luar seringkali berada pada keadaan di luar batas kemampuan adaptasi tubuh, karena itu diperlukan kondisi lingkungan yang sehat dan nyaman.

2.2.2 Kenyamanan Termal

Tubuh manusia secara terus-menerus menghasilkan kalor yang harus disalurkan, hal ini bertujuan agar suhu tubuh tetap. Proses perpindahan kalor dari tubuh manusia ke ruangan sekitar dapat terjadi secara konveksi (dibawa udara sekitar) dan diradiasikan (dari tubuh ke permukaan lingkungan yang suhunya lebih rendah). Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu umur, kesehatan dan tingkat kegiatan seseorang, sedangkan empat faktor lingkungan yang mempengaruhi kemampuan tubuh adalah suhu udara, suhu permukaan-permukaan yang ada di sekitar, kelembaban dan kecepatan udara^[4]. Jumlah dan jenis pakaian serta tingkat kegiatan seseorang berinteraksi dengan keempat faktor ini. Kenyamanan termal akan kita dapatkan pada batasan suhu kerja antara 20⁰C - 26⁰C, kecepatan udara rata-rata hingga 0.25m/detik hingga 0.4m/detik dan dengan suhu pengembunan 2⁰C-17⁰C^[1].

2.2.3 Kualitas Udara

Kualitas udara dalam suatu ruangan diatur dengan menyingkirkan komponen pengotor yang berada di dalam dan di luar ruangan dan selanjutnya memasukkan udara segar. Ventilasi memegang peranan penting dalam kedua proses udara tersebut. Ventilasi merupakan faktor utama dalam penggunaan energi karena ventilasi menimbulkan beban yang berarti bagi peralatan pemanas ataupun pendinginan.

2.2.4 Perkiraan Besar Kalor yang Hilang dan yang Diperoleh

Dalam melakukan perancangan suatu sistem, kita harus memperhitungkan jenis bahan yang digunakan, faktor geometris bangunan, dan faktor iklim. Perhitungan kehilangan dan perolehan kalor berguna untuk menghitung kapasitas yang diperlukan dalam berbagai peralatan pemanasan dan pengkondisian udara untuk mempertahankan kondisi nyaman dalam ruangan.

2.2.5 Kondisi-Kondisi Rancangan

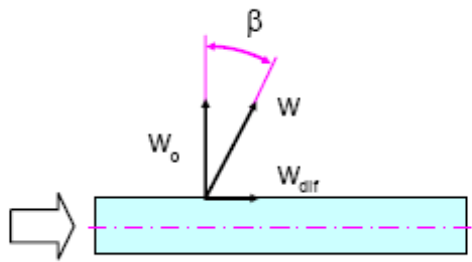
Kondisi-kondisi rancangan yang perlu diperhatikan dalam menghitung beban pendinginan antara lain kelembaban udara, intensitas cahaya matahari. Untuk menghitung beban maksimum pendinginan, hal yang perlu diketahui yaitu lokasi geografis dan arah ruangan yang dihitung tersebut. Beban kalor yang diterima oleh suatu ruangan tergantung pada orientasi ruangan sebagai contoh untuk ruangan yang menghadap timur dapat terjadi pada jam 8 pagi, sedangkan untuk ruangan di bagian barat, beban maksimum akan terjadi pada jam 4 sore^[2]. Beban-beban puncak dari panas matahari untuk ruangan-ruangan yang menghadap ke selatan akan banyak terjadi pada musim dingin bagi posisi lintang utara, daripada musim panas.

2.3 PERENCANAAN SISTEM DUCTING

Dalam perancangan sistem pendistribusian udara dalam ruangan yang dikondisikan, perlu memperhatikan beberapa hal seperti kecepatan udara, *friction drop*, tingkat kebisingan yang ditimbulkan, *heat gain/loss*, kebocoran-kebocoran pada *ducting* dan tekanan statis *ducting*.

2.3.1 Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara akan menimbulkan tekanan (*velocity pressure*), penambahan tekanan akan mempengaruhi besar total tekanan statis yang terjadi dalam saluran udara. Kecepatan awal *duct* dan kecepatan akhirnya akan menentukan besarnya *regain/loss* dari kecepatan. Kecepatan dan arah penyebaran udara dari *orifice* ditentukan oleh dua unsur yang saling tegak lurus. Unsur pertama yaitu arus yang membujur didalam *orifice* dan unsur yang kedua yaitu komponen garis vektor dari aliran udara yang mengalir tegak lurus *orifice*.



Gambar 2. 1. Unsur-unsur kecepatan udara dalam saluran udara

2.3.2 Heat Gain/Loss

Penambahan atau kehilangan panas yang terjadi di sepanjang lintasan *ducting* disebabkan karena sistem saluran udara (*duct*) melewati ruangan atau lingkungan yang tidak dikondisikan dan bertemperatur tinggi. Penambahan isolasi pada permukaan luar *duct* akan membuat *duct* bebas dari pengaruh panas (*adiabatic*).

2.3.3 Material

Material yang dapat digunakan sebagai bahan *ducting* tersedia dalam berbagai macam pilihan, untuk selanjutnya mengenai material *ducting* akan dijelaskan pada bab selanjutnya. Aliran udara pada saluran keluaran *ducting* dipengaruhi oleh ketebalan dari material dan juga bentuk dan besarnya lubang keluaran udara dari *ducting*. Nilai dari koefisien saluran (μ) menandakan akselerasi saluran disebabkan oleh suatu kepadatan arus di suatu tempat adalah antara 0.6 dan 0.9.

2.3.4 Friction Drop

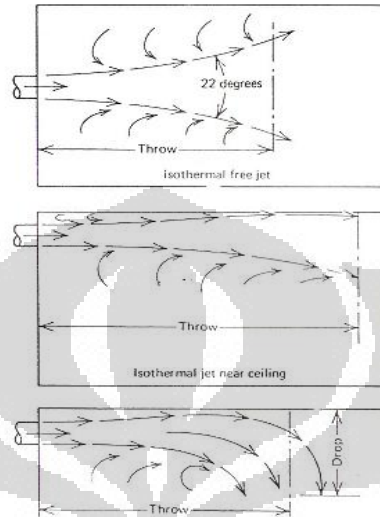
Friction drop merupakan kerugian yang menyebabkan penurunan tekanan pada *ducting*. Friksi udara dapat terjadi di sepanjang lintasan *ducting*, termasuk pada sambungan, belokan, lubang keluaran dan aksesoris lainnya. Besarnya nilai *friction drop* dari lintasan yang terjauh atau terpanjang dikalikan dengan *friction rate* yang terjadi dalam *duct*.

2.3.5 Tekanan Statis

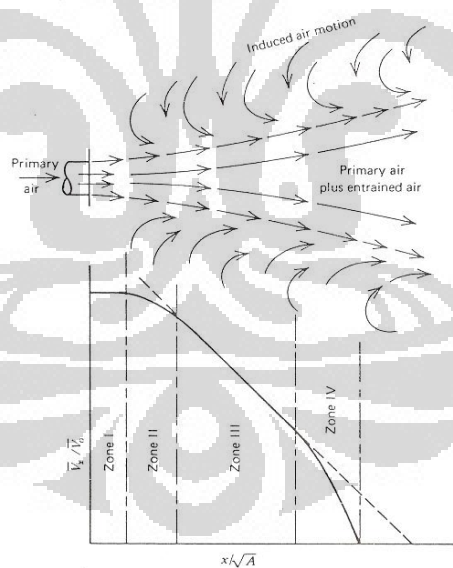
Udara yang ditekan atau didorong ke dalam *ducting* ke segala arah dalam lintasannya. Besar tekanan yang diberikan akan menentukan penggolongan sistem *ducting*, yaitu tekanan tinggi, medium, dan tekanan rendah, serta pemilihan tipe fan yang akan digunakan dalam *Air Handling Unit*.

2.3.6 Aliran Udara

Throw merupakan jarak hembusan udara yang keluar dari saluran udara sampai kecepatan udara maksimumnya berkurang hingga nilai yang ditentukan, seperti 50, 100, atau 150 ft/min^[4].



Gambar 2. 2. *Throw* udara



Gambar 2. 3. Proyeksi udara pada *diffuser*

Proyeksi/pola udara yang keluar dari *orifice* atau kisi-kisi udara dipengaruhi oleh kecepatan rata-rata udara pada lubang keluaran udara dari saluran udara (*ducting*). Udara yang keluar melalui *diffuser* saluran udara mempunyai empat zona pengembangan. Zona III merupakan zona yang terpenting

dari distribusi udara ruangan. Hubungan antara kecepatan pada garis tengah pancaran udara dengan kecepatan awal adalah :

$$\frac{V_x}{V_o} = K \frac{\sqrt{A_o}}{x} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$V_x = \frac{KQ_o}{(\sqrt{A_o}x)} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

V_x = kecepatan garis tengah pada jarak x , ft/min atau m/s

V_o = kecepatan awal, ft/min atau m/s

A_o = luas area pada kecepatan awal, ft² atau m²

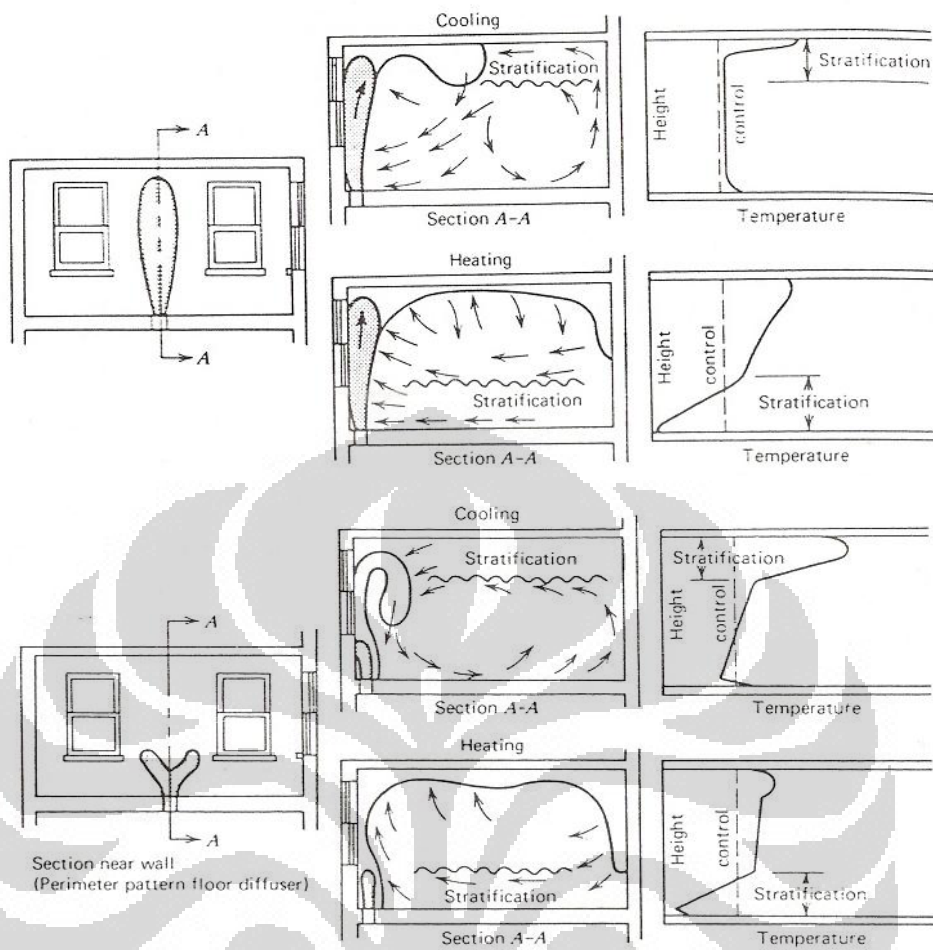
x = jarak antara outlet dengan titik yang akan diukur, ft atau m

Q_o = debit aliran udara pada outlet, cfm atau m³/s

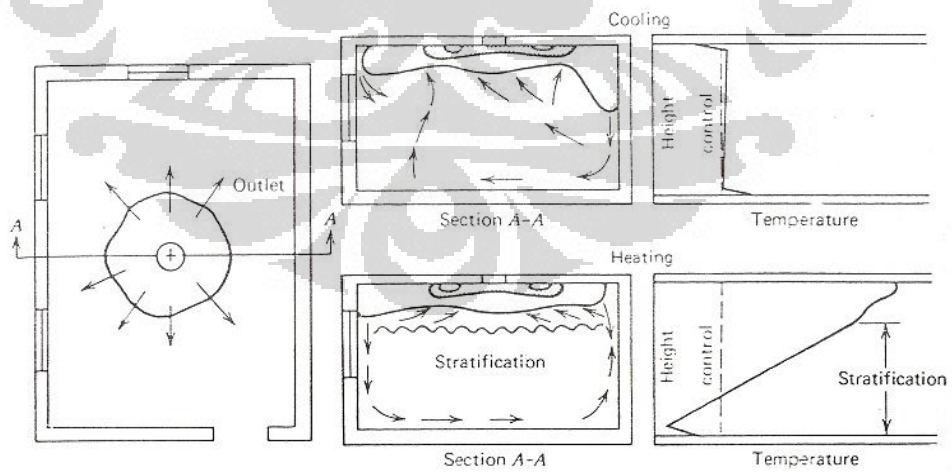
K = konstanta

2.4 SISTEM DISTRIBUSI UDARA

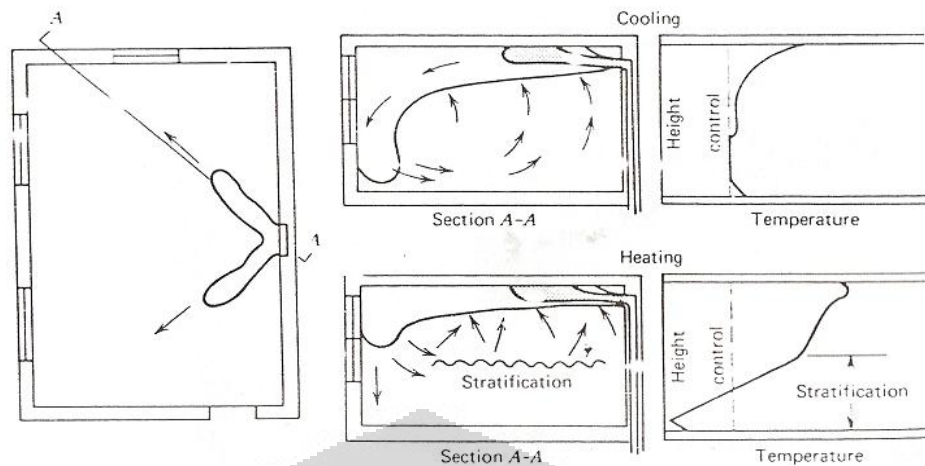
Suatu sistem saluran udara umumnya terdiri dari bagian saluran lurus, belokan, saluran masuk dan saluran keluaran cabang, unit-unit terminal (pegatur debit/register) dan *orifice*. Untuk pendistribusian udara ke dalam ruangan digunakan saluran udara (*ducting*). *Ducting* terdiri dari pipa yang mengalirkan udara dari mesin pendingin keluar, dari lubang hisap ke mesin pendinginan, atau mengalirkan udara atmosfer masuk ke mesin pendingin. Sistem saluran udara dari unit mesin pendinginan udara dan pola penyebaran udara dari lubang keluaran harus dapat mendistribusikan udara dan temperatur secara merata sehingga dapat menciptakan suasana nyaman bagi penghuni. Pola distribusi udara dipengaruhi oleh lokasi *difusser*, sedangkan *return/exhaust (grille)* tidak banyak mempengaruhi. Straub dan Chen (1957) telah meneliti berbagai pola distribusi udara dalam ruangan. Berikut ini pola gerakan distribusi udara dalam ruangan.



Gambar 2. 4. Pola distribusi udara diffuser terletak di lantai



Gambar 2. 5. Pola distribusi udara diffuser terletak di atap (ceiling diffuser)



Gambar 2. 6. Pola distribusi udara *diffuser* terletak di dinding dekat langit-langit.

2.5 EVALUASI KONDENSASI PADA *PERMEABLE* DAN *IMPERMEABLE MATERIALS FOR AIR DISTRIBUTION*

Ketika menentukan desain dari sebuah *duct*, sebuah pertimbangan yang penting adalah potensi terjadinya kondensasi pada permukaan luar *duct*. Logam adalah *duct* yang paling sering digunakan. Pada penggunaan sebuah saluran logam kondensasi tidak menjadi sebuah masalah, dan saluran logam akan diisolasi untuk mencegah kondensasi atau kehilangan panas. Desain dari sistem *duct* kain juga memiliki pilihan untuk mengontrol kumpulan-kumpulan embun dan kondensasi pada dinding bagian luar dari *duct*.

Kain dengan jenis *impermeable* pada setiap pembuatannya dibuat dari *solid film material* atau dibuat secara tenun dengan melapisi pada satu sisi atau kedua sisi dari *duct*. Kain *permeable* umumnya merupakan hasil tenunan dan diproses untuk kondisi *permeable* tertentu. Secara teori, udara dari AC melewati kain dan membentuk lapisan tipis disepanjang dinding *duct*. Lapisan ini mencegah panas, menyebabkan kelembaban ruangan dan menghasilkan kondensat pada dinding *duct*.

2.6 TEORI KONDENSASI

Kondensasi berasal dari bahasa latin yaitu *condensare* yang berarti membuat tertutup. Kondensasi atau pengembunan adalah perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat, seperti gas (atau uap) menjadi cairan^[9]. Kondensasi

terjadi pada pemampatan atau pendinginan jika tercapai tekanan maksimum dan suhu di bawah suhu kritis.

Kondensasi terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, tetapi dapat juga terjadi bila sebuah uap dikompresi (yaitu tekanan ditingkatkan) menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi. Cairan yang telah terkondensasi dari uap disebut kondensat.

Tabel 2. 1. Tabel perubahan fase zat padat, cair dan gas.

Dari	Ke			
	Padat	Cair	Gas	Plasma
Padat	N/A	Mencair	Menyublim	
Cair	Membeku	N/A	Menguap	
Gas	Mengkristal	Mengembun	N/A	Ionisasi
Plasma			Rekombinasi/Deionisasi	N/A

Kondensasi uap menjadi cairan adalah lawan dari penguapan (evaporasi) dan merupakan proses eksothermik (melepas panas). Uap air di udara yang terkondensasi secara alami pada permukaan yang dingin dinamakan embun. Uap air hanya akan terkondensasi pada suatu permukaan ketika permukaan tersebut lebih dingin dari titik embunnya, atau uap air telah mencapai kesetimbangan di udara, seperti kelembapan jenuh. Titik embun udara adalah temperatur yang harus dicapai agar mulai terjadi kondensasi di udara.

Contoh sederhana terjadinya proses kondensasi dalam kehidupan sehari-hari:

- a. Gelas diisi air panas (kopi/teh) dan ditutup, setelah beberapa saat kita angkat tutupnya dan kita jumpai ada tetesan-tetesan air berada di tutup gelas tersebut.
- b. Gelas diisi air dingin (air es), setelah beberapa saat kita lihat ada tetesan-tetesan air dibagian luar gelas.
- c. Pada saat kita mengendarai mobil dan tiba-tiba turun hujan, kalau kita tidak menghidupkan AC (Air Conditioner) maka kaca mobil kita akan berembun di bagian dalam; apabila kita menyalakan AC maka embun tersebut hilang dengan sendirinya.

- d. Tetapi, kalau AC kita terlalu dingin, maka akan timbul tetesan-tetesan embun di kaca mobil bagian luar.



Gambar 2.7. Kondensasi pada permukaan luar botol.
(sumber: wikipedia)

2.6.1 Kandungan Uap Air Di Udara

Kandungan uap air di udara bervariasi di setiap lokasi atau daerah. Di daerah yang memiliki empat musim biasanya memiliki udara yang sangat kering artinya jumlah kandungan uap airnya sangat rendah. Di daerah tropis seperti Indonesia, kandungan uap air di udara sangat tinggi sehingga udaranya lembab dan dapat mengurangi kenyamanan. Dalam prakteknya, maka pengaturan jumlah kandungan uap air merupakan faktor yang memiliki kesulitan lebih tinggi dibandingkan dengan pengaturan suhu.

2.6.1.1 Struktur Udara Atmosfir

Udara atmosfer pada hakikatnya merupakan campuran dua jenis gas dengan konsentrasi: 21 % oksigen dan 78 % nitrogen. Sisanya merupakan campuran berbagai gas antara lain, karbon dioksida dan karbon monoksida, ozon, neon dan gas lain yang tidak memiliki sifat khusus.

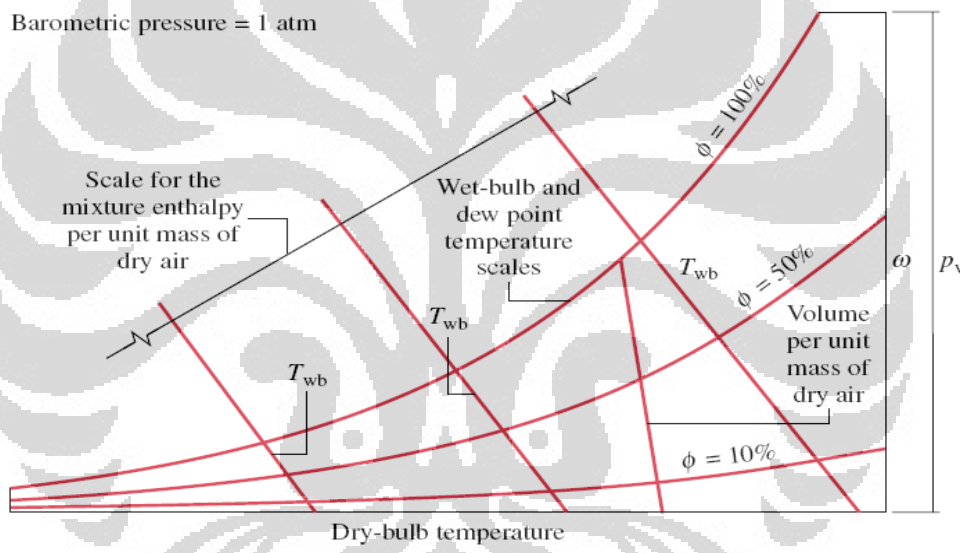
2.6.1.2 Campuran Uap Air dan Udara

Seperti namanya uap air adalah bentuk gas dari air pada suhu di bawah titik uap air, yang nilainya tergantung pada tekanan atmosfer. Pada suhu dan tekanan barometer tertentu dapat berwujud gas atau liquid. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya formasi awan dan kabut. Kandungan uap air di udara dapat mencapai 3 % dari total volume udara dan cuaca panas yang lembab. Uap air dapat menguap pada tekanan yang sangat rendah. Misalnya, pada tekanan 29 inchi *mercury* di bawah nol maka uap air akan menguap pada suhu 27°C .

Jumlah kandungan uap di udara berpengaruh terhadap kelembaban udara. Kelembaban udara di suatu tempat dapat bertambah tinggi bila konsentrasi uap airnya di tempat tersebut ditambah. Dan sebaliknya bila konsentrasi uap airnya dikurangi maka tingkat kelembabannya akan turun.

2.7 PSYCHROMETRIC CHART

Psychrometric chart adalah sebuah grafik yang menggambarkan sifat fisik dari udara lembab pada tekanan konstan (sering disamakan dengan ketinggian relatif terhadap permukaan laut)^[7]. Grafik secara grafis memperlihatkan bagaimana berbagai *properties* berhubungan satu sama lain. *Psychrometric chart* pada umumnya digambar pada tekanan 760 mmHg.



Gambar 2.8. Skema pembacaan *Psychrometric Chart*

(Sumber: wikipedia)

Adapun sifat *thermophysical* yang ditemukan pada *psychrometric chart* adalah:

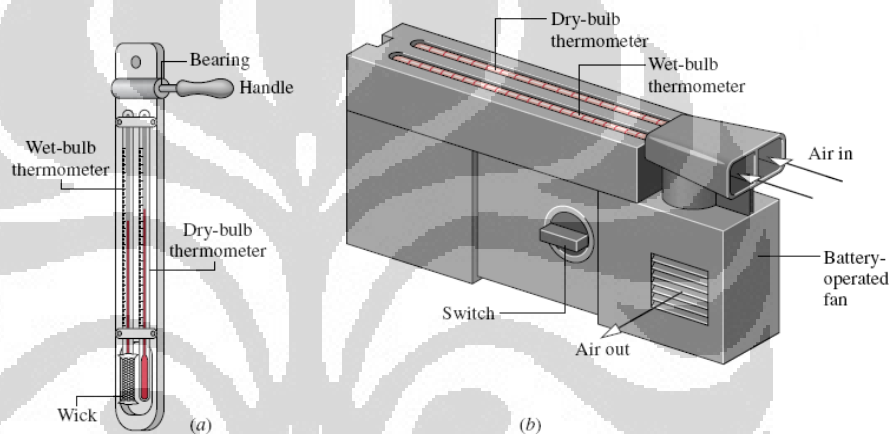
2.7.1 Dry-Bulb Temperature (Temperatur Bola Kering)

Dry-Bulb Temperature (DB) adalah suhu udara ruang yang diperoleh melalui pengukuran dengan Slink Psikrometer pada thermometer dengan *bulb* kering. Suhu *dry-bulb* diplotkan sebagai garis vertikal yang berawal dari garis sumbu mendatar yang terletak di bagian bawah chart. Suhu *dry-bulb* ini merupakan ukuran panas sensibel.

Perubahan suhu *dry-bulb* menunjukkan adanya perubahan panas sensibel.. Satuan untuk suhu ini biasa dalam Celcius, Kelvin, Fahrenheit.

2.7.2 *Wet-Bulb Temperature (Temperatur Bola Basah)*

Wet-Bulb Temperature (WB) adalah suhu udara ruang yang diperoleh melalui pengukuran dengan Slink Psikrometer pada thermometer dengan *bulb* basah (dapat dilihat pada gambar 2.9). Suhu *wet-bulb* diplotkan sebagai garis miring ke bawah yang berawal dari garis saturasi yang terletak di bagian samping kanan chart. Suhu *wet-bulb* ini merupakan ukuran panas total (enthalpi). Perubahan suhu *wet-bulb* menunjukkan adanya perubahan panas total.



Gambar 2.9. Alat pengukur *Dry-bulb* dan *Wet-bulb*
(Sumber: wikipedia)

2.7.3 *Relative Humidity (RH)*

Untuk keperluan praktis, maka ukuran jumlah kandungan uap air di udara tidak dinyatakan dalam harga mutlak tetapi digunakan satuan relatif yaitu yang disebut sebagai kelembaban relatif.

Kelembaban relatif atau *relative humidity* dapat didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tertentu. Jadi kelembaban udara di suatu ruang dapat ditentukan dengan cara membagi jumlah kandungan uap air yang ada pada ruang tersebut dengan jumlah uap air maksimal yang dapat dicapai pada suhu tersebut dalam keadaan jenuh. Biasanya besarnya kelembaban relatif diukur dalam persen.

Kelembaban relatif dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\phi = \frac{P(\text{H}_2\text{O})}{P^*(\text{H}_2\text{O})} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

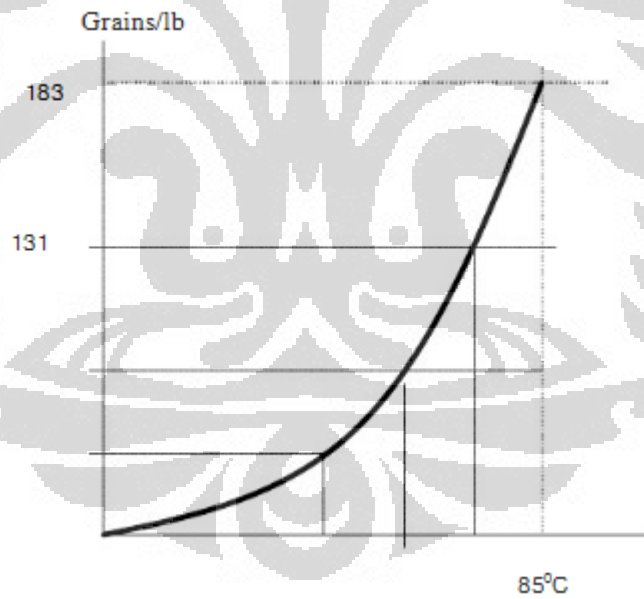
dimana:

ϕ : *relative humidity* (%)

$p(\text{H}_2\text{O})$: tekanan parsial uap air dalam campuran

$p^*(\text{H}_2\text{O})$: tekanan uap jenuh air pada temperatur tertentu dalam campuran

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 2.10 yang memperlihatkan kurva saturasi udara atmosfer. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kandungan uap air berbanding lurus dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara semakin tinggi besar pula kandungan uap airnya. Sebagai contoh, pada suhu 85°C kandungan uap air maksimal mencapai 183 grains per pound udara.



Gambar 2.10. Kurva Saturasi Udara
(sumber: wikipedia)

Ruang yang mempunyai kandungan uap air mencapai harga maksimal seperti tersebut di atas dikatakan mempunyai kelembaban relatif sebesar 100 % RH. Tapi bila ruangan tersebut bersuhu 85°C dan kemudian kandungan uap airnya dikurangi hingga mencapai 131 grains per pound, maka kelembaban relatifnya turun menjadi 60 % RH. Harga ini diperoleh

dengan membagi nilai kandungan uap air aktual dengan kandungan uap air maksimal dikalikan dengan 100%.

2.7.4 *Dew-Point Temperature* (Suhu Titik Embun)

Dew-Point Temperature (DP) adalah suhu di mana udara mulai menunjukkan aksi pengembunan ketika didinginkan. Suhu *dew-point* ditandai sebagai titik sepanjang garis saturasi. Pada saat udara ruang mengalami saturasi (jenuh) maka besarnya suhu *dew-point* sama dengan suhu *wet-bulb* demikian pula suhu *dew-point*. Suhu *dew-point* merupakan ukuran dari panas laten yang diberikan oleh sistem. Adanya perubahan suhu *dew-point* menunjukkan adanya perubahan panas laten atau adanya perubahan kandungan uap air di udara.

2.7.5 *Specific Humidity* (W)

Specific humidity adalah jumlah kandungan uap air di udara yang diukur dalam satuan grains per pound udara (7000 grains = 1pound) dan diplotkan pada garis sumbu vertikal yang ada di bagian samping kanan chart^[8].

Specific humidity dapat didefinisikan:

$$SH = \frac{m_v}{m_a} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

SH : *Specific humidity* (grains)

m_v : massa uap air (gram)

m_a : massa udara kering (kilogram)

2.7.6 *Enthalpi* (H)

Enthalpi adalah jumlah panas total dari campuran udara dan uap air di atas titik nol. Dinyatakan dalam satuan BTU per pound udara. Harga enthalpi dapat diperoleh sepanjang skala di atas garis saturasi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang prosedur pengamatan yang akan dilakukan termasuk peralatan dan bahan yang dibutuhkan, serta prosedur-prosedur yang mendukung penelitian ini. Pengujian mengenai fenomena kondensasi pada *textile ducting* berbahan polyester dilakukan berdasarkan permasalahan kondensasi pada *ducting* konvensional seperti adanya tetesan air, selain itu pengujian terhadap jenis tekstil yang digunakan untuk mengetahui permeabilitas bahan telah dilakukan pada pengujian terdahulu.

Adapun pengambilan data dilakukan di kota Depok. Secara geografis Kota Depok terletak pada koordinat 6o 19' 00" – 6o 28' 00" Lintang Selatan dan 106o 43' 00" – 106o 55' 30" Bujur Timur. Secara geografis, Kota Depok berbatasan langsung dengan Kota Jakarta atau berada dalam lingkungan wilayah Jabotabek.

Wilayah Depok termasuk dalam daerah beriklim tropis dengan perbedaan curah hujan yang cukup kecil dan dipengaruhi oleh iklim musim. Secara umum musim kemarau antara bulan April-September dan musim hujan antara bulan Oktober-Maret.

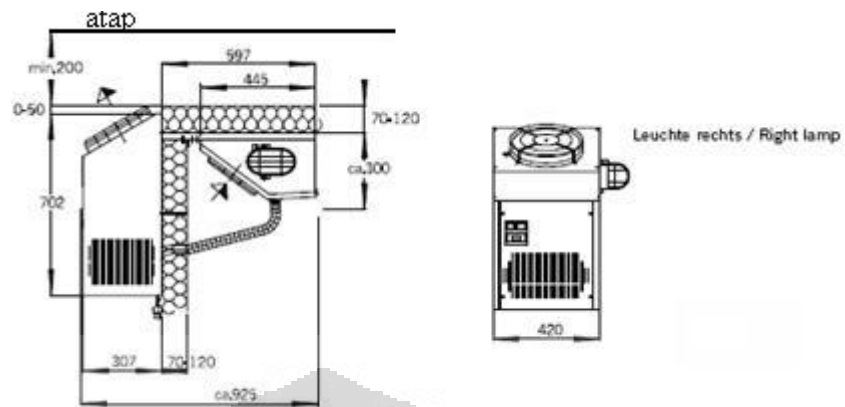
- Temperatur : 24,3⁰-33⁰ Celcius
- Kelembaban rata-rata : 25 %
- Penguapan rata-rata : 3,9 mm/th
- Kecepatan angin rata-rata : 14,5 knot
- Penyinaran matahari rata-rata : 49, 8%
- Jumlah curah hujan : 2684 m/th
- Jumlah hari hujan : 222 hari/tahun

3.1 FENOMENA KONDENSASI PADA *TEXTILE DUCTING* BERBAHAN POLYESTER

3.1.1 Bahan dan Peralatan pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan metode eksperimental, adapun beberapa peralatan dan alat uji yang digunakan antara lain:

1. Plug In Refrigeration Unit GEKN 1200



Gambar 3. 1. Dimensi Alat Plug In Refrigeration Unit GEKN 1200.

Sumber udara dingin yang ditiupkan kedalam *textile ducting* berasal dari Guntner tipe GEKN 1200-W, alat tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut :

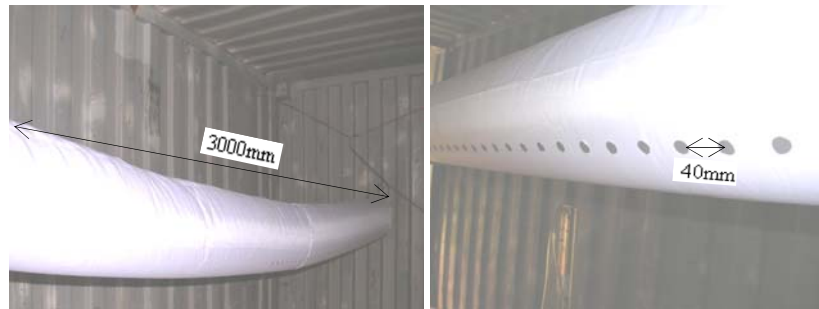
- a. Tahun pembuatan = 2006
- b. Kapasitas Pendinginan = 1180 Watt
- c. Daya listrik = 885 Watt
- d. Tegangan listrik = 230 V/50 Hz
- e. Arus listrik = 4,8 Ampere
- f. *Fuse* = C 16 A
- g. Berat = 55 kg
- h. *Cell volume* = 18
- i. Tingkat suara tekanan (Sound Pressure Level) = 59 dBA/lm
- j. Refrigerant = R134a
- k. Kapasitas refrigerant = 1,02 kg
- l. Tekanan operasional maksimum = 19 bar/-1 bar
- m. Tipe perlindungan = IP 23



Gambar 3. 2. Letak Alat Plug In Refrigeration Unit GEKN 1200.

2. *Textile Ducting*

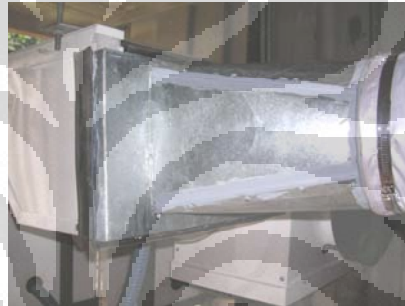
Pemilihan bahan/material untuk membuat *ducting* merupakan salah satu faktor yang penting, khususnya pada *textile ducting*. Perhitungan untuk pemilihan bahan, desain *ducting* dan uji permeabilitas untuk *textile ducting* yang digunakan telah dilakukan pada skripsi “POLA KELUARAN ALIRAN UDARA PADA *ORIFICE TEXTILE DUCTING* BERBAHAN POLYESTER” oleh Yulfari Oktesa Harun. Bahan yang digunakan untuk *textile ducting* adalah jenis polyester, panjang *textil ducting* 3000mm dan diameter 200mm, dengan 90 buah *orifice* yang disusun dalam 2 baris pada arah jam 4 dan jam 8. Jarak antara pusat lubang tersebut adalah 40mm. Letak lubang pertama pada setiap baris adalah 1200mm dari sumber udara dingin atau dari sisi *evaporator Plug In Refrigeration Unit* GEKN 1200.



Gambar 3. 3. Textile Ducting

3. Nozzle

Alat ini berfungsi untuk sebagai penghubung dari evaporator yang berbentuk persegi panjang menjadi lingkaran dan sebagai tempat untuk memasang *textile ducting* dengan bantuan klem.



Gambar 3. 4. Nozzle

4. Thermometer – Hygrometer Model: TH-303

Alat ini berfungsi untuk mengukur temperatur dan kelembaban relatif secara digital. Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Range : $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ($32^{\circ}\text{F} \sim 122^{\circ}\text{F}$)
- b. Akurasi : $\pm 1^{\circ}\text{C}$ RH $\pm 5\%$
- c. Indoor – hygro range : 25%RH – 90%RH
- d. Baterai AA 1.5 Volt



Gambar 3. 5. Thermometer – Hygrometer Model: TH-303

5. TFD (Temperatur-/Feuchte-Datenlogger)128

Alat ini berfungsi untuk mengukur temperatur dan kelembaban relatif dengan menggunakan sensor yang dilengkapi dengan software untuk menampilkan hasil penghitungan.



Gambar 3. 6. TFD 128

6. Timbangan Digital

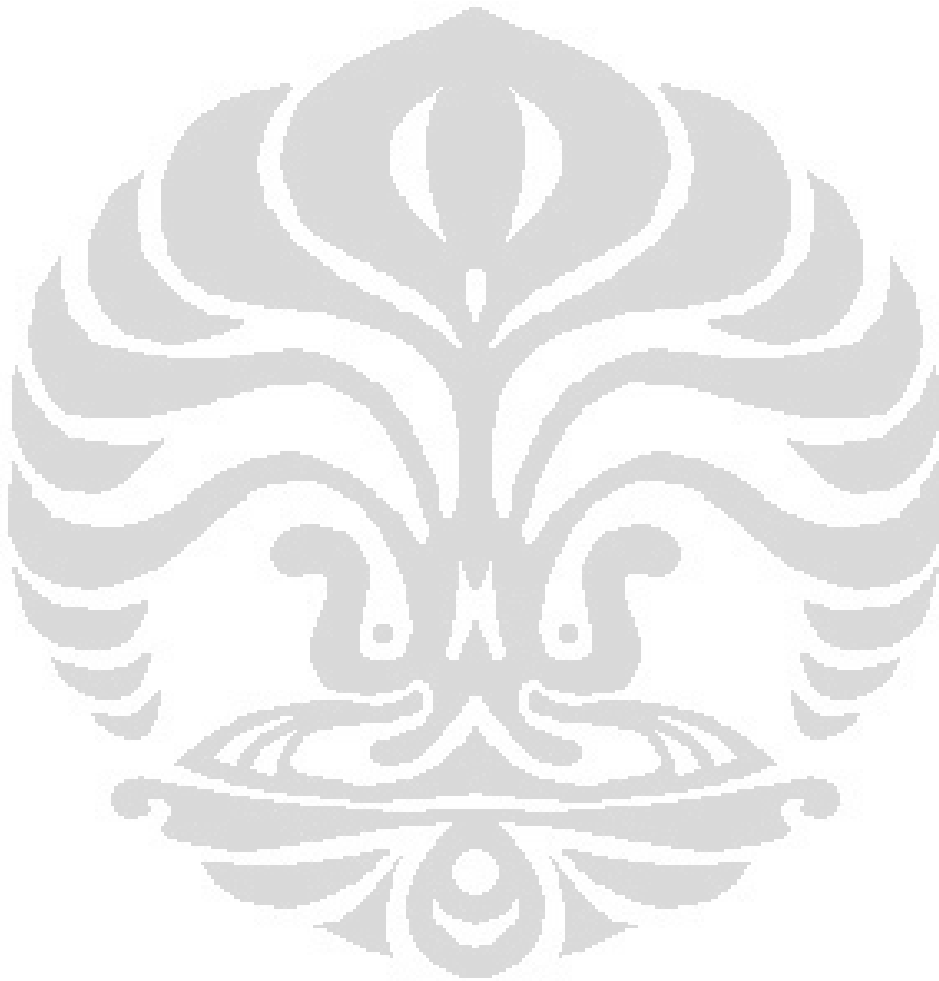
Alat ini berfungsi untuk menghitung berat *ducting* secara digital.



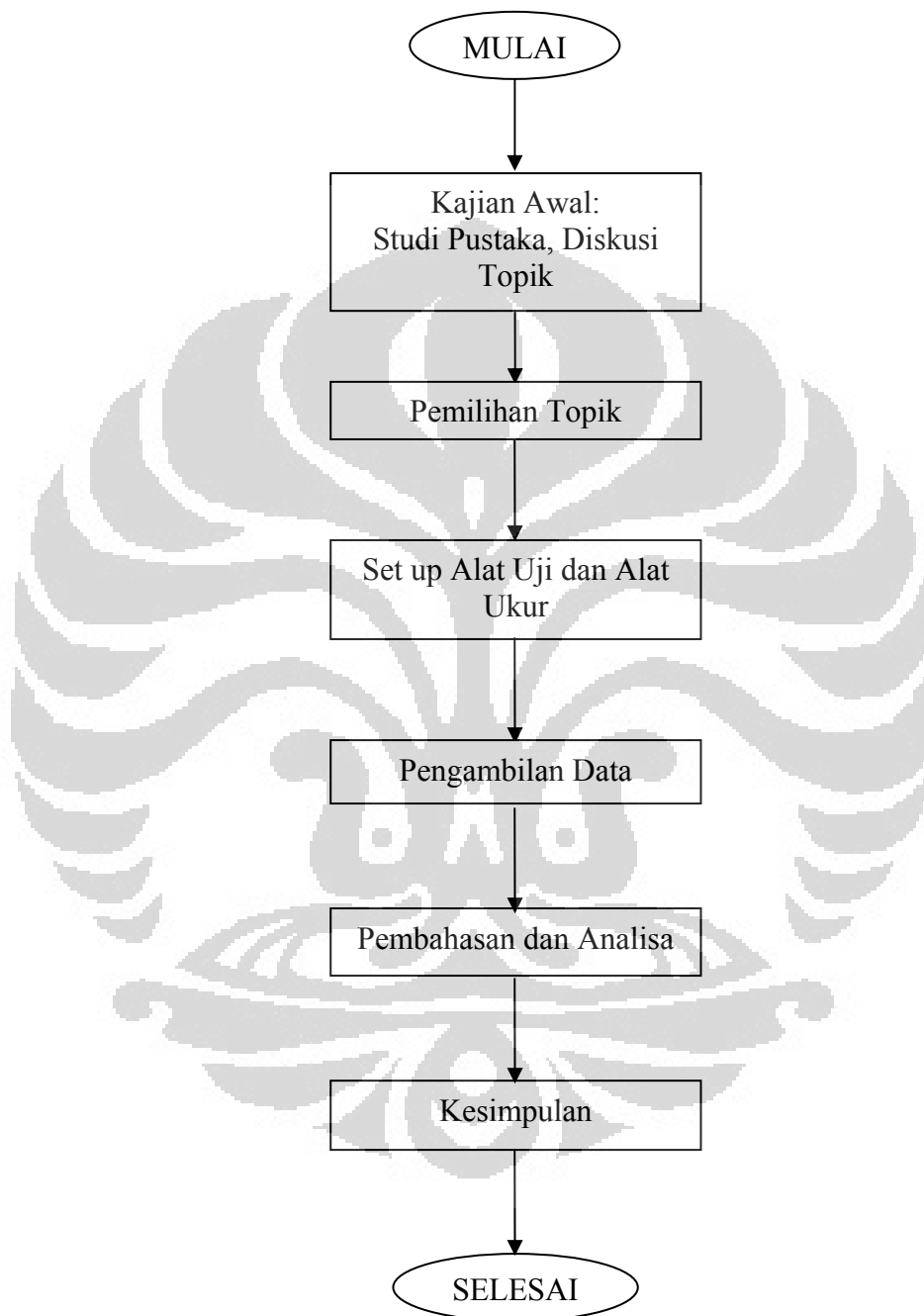
Gambar 3.7. Electronic Refrigerant Scale

Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Range : 0,000 kg – 55,000 kg
- b. Akurasi : +/- 0,5% of reading +/- 1 digit
- c. Power supply : 9V alkaline battery
- d. Operating temperature : (0°C – 49°C)
- e. Berat : 2,79 kg
- f. Dimensi : (38,7cm x 26,7cm x 6,35cm)



3.2 Diagram Alir Pengujian



Gambar 3. 8. *Flowchart* penelitian

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISIS PERCOBAAN ALIRAN UDARA

Penyebaran/distribusi udara merupakan salah satu faktor yang menentukan terhadap kenyamanan pada sistem penyegaran udara. Permasalahan yang ada saat ini adalah udara tidak mampu terdistribusi secara merata, masih ditemukannya daerah stagnan serta terkadang semburan udara dingin yang langung mengenai tubuh sehingga mengurangi rasa nyaman. Penggunaan *textile ducting* sebagai alat pendistribusi udara di dalam ruangan menjadi alternatif pada pemilihan *ducting* yang selama ini didominasi oleh *ducting* berbahan metal. *Textile ducting* merupakan suatu alat bantu penyebaran udara yang dibuat khusus sebagai pengganti *ducting* dan *diffuser* sekaligus, banyak kekurangan pada *diffuser* dan *ducting* dapat diatasi dengan alat ini. Hasil pengujian pola aliran fluida keluaran dari *textile ducting* dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.1. Udara pada *orifice* dilihat dari sebelah kanan evaporator



Gambar 4.2. Udara pada *orifice* dilihat dari sebelah kiri evaporator



Gambar 4.3. Udara pada *orifice* dilihat dari sebelah kanan evaporator

Berdasarkan hasil percobaan, kita dapat mengamati pola aliran udara dari *orifice textil ducting* adalah laminar. Faktor-faktor yang mempengaruhi pola aliran udara pada *orifice textile ducting* antara lain:

- Dimensi lubang keluaran udara (*orifice*).

Dimensi lubang keluaran udara (*orifice*), berpengaruh pada jenis aliran yang keluar dari *textile ducting*. Diameter *orifice textil ducting* rancangan adalah 12mm (>4mm) sehingga akan terbentuk

aliran udara yang uniform. Kecepatan udara dingin antar *orifice* pertama hingga yang terakhir berbeda-beda. Perbedaan kecepatan udara ini akan menyebabkan terjadinya aliran udara sehingga udara dingin akan terdistribusi lebih merata dengan cepat.

Besarnya lubang bukaan (*orifice*) pada tekstil ducting berpengaruh pada jarak semburan udara dingin, pada udara suply yang sama *textile ducting* dengan diameter orifice yang lebih kecil memiliki daerah jangkauan yang lebih jauh dibandingkan *textile ducting* dengan diameter *orifice* besar.

Diameter ducting yang terlalu besar dapat menyebabkan udara tidak akan sampai hingga ujung *ducting* (*ducting* tidak mengembang sempurna)

- Penempatan arah *orifice*.

Untuk penempatan arah *orifice* kita memakai patokan arah jarum jam. Pada *ducting* dengan *orifice* hanya segaris pada arah jam 4&8, *ducting* mengembang, sedangkan pada *ducting* dengan lubang pengeluaran lebih dari satu garis *ducting* tidak mengembang sempurna. Penempatan arah *orifice* mempengaruhi kenyamanan dari orang yang berada pada ruangan tersebut, udara dingin yang langsung mengenai seseorang, dapat menimbulkan rasa yang kurang nyaman.

- Jenis kain

Ketebalan dan jenis kain yang akan digunakan sebagai *ducting* mempengaruhi laju udara dalam *ducting*, karena nilai koefisien gesek pada tiap jenis kain berbeda-beda.

- Temperatur Udara

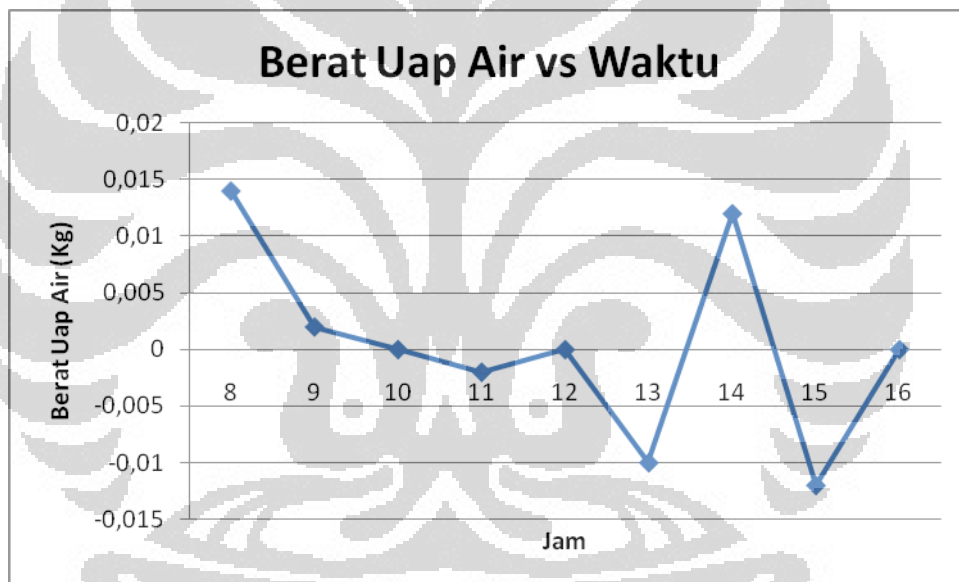
Temperatur udara ruangan berpengaruh pada jangkauan udara dingin. Udara panas cenderung mempunyai kerapatan partikel yang lebih besar dan massa jenis yang lebih berat dibandingkan udara dengan temperatur rendah.

4.2 ANALISIS PERCOBAAN FENOMENA KONDENSASI PADA TEXTILE DUCTING BERBAHAN POLYESTER

Jumlah kandungan uap di udara berpengaruh terhadap kelembaban udara. Kelembaban udara di suatu tempat dapat bertambah tinggi bila konsentrasi uap airnya di tempat tersebut ditambah. Dan sebaliknya bila konsentrasi uap airnya dikurangi maka tingkat kelembabannya akan turun.

Secara teori, udara dari AC melewati kain dan membentuk lapisan tipis disepanjang dinding *duct*. Lapisan ini mencegah panas, menyebabkan kelembaban ruangan dan menghasilkan kondensat pada dinding *duct*.

Pada percobaan yang telah dilakukan, berat uap air didalam *textile ducting* didapat tidak konstan terhadap lama nya waktu pengujian.



Gambar 4.6. Berat Uap Air vs Waktu (8 jam)

Gambar 4.6 memperlihatkan grafik berat uap air setelah 1 jam pengujian pada tanggal 17-12-2011 yang dimulai pada pukul 08.00-16.00 WIB pada *textile ducting* tidak konstan. Hal ini terjadi akibat berubah-ubah nya temperatur dan kelembaban ruangan tempat pengujian *ducting* karena pengaruh dari perubahan cuaca diluar ruangan pengujian. Dimana intensitas panas dan sinar matahari juga mempengaruhi panas dan kelembaban ruangan pengujian *ducting*. Intensitas panas dan sinar matahari puncak terjadi pada pukul 14.00 WIB.

Pengukuran berat uap air per jam pada *ducting* selama pengujian dapat dihitung dengan rumus:

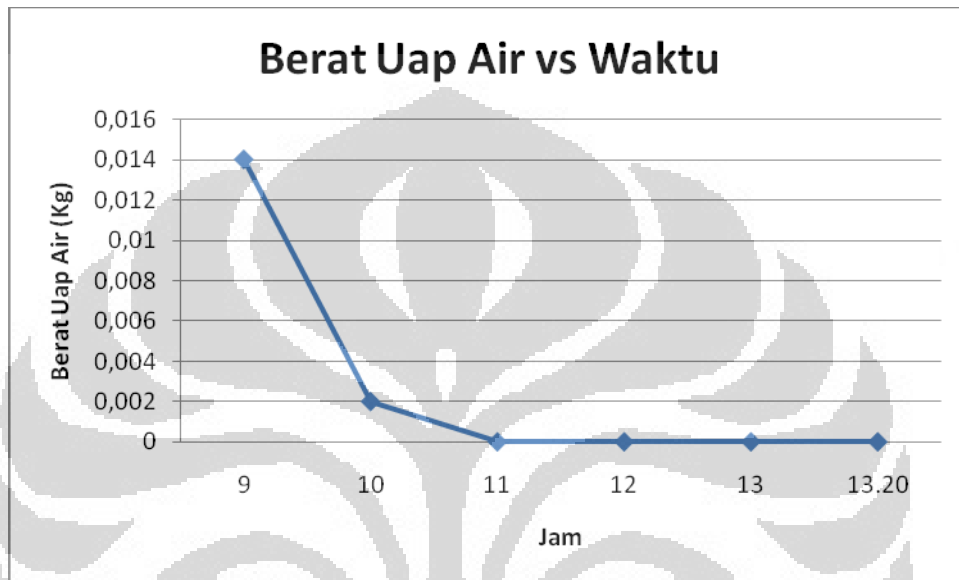
$$\text{BUA} = W_{\text{after}} - W_{\text{before}} \dots\dots\dots(4.1)$$

BUA : berat uap air pada *ducting* (kg)

W_{after} : berat *ducting* setelah 1 jam pengujian (kg)

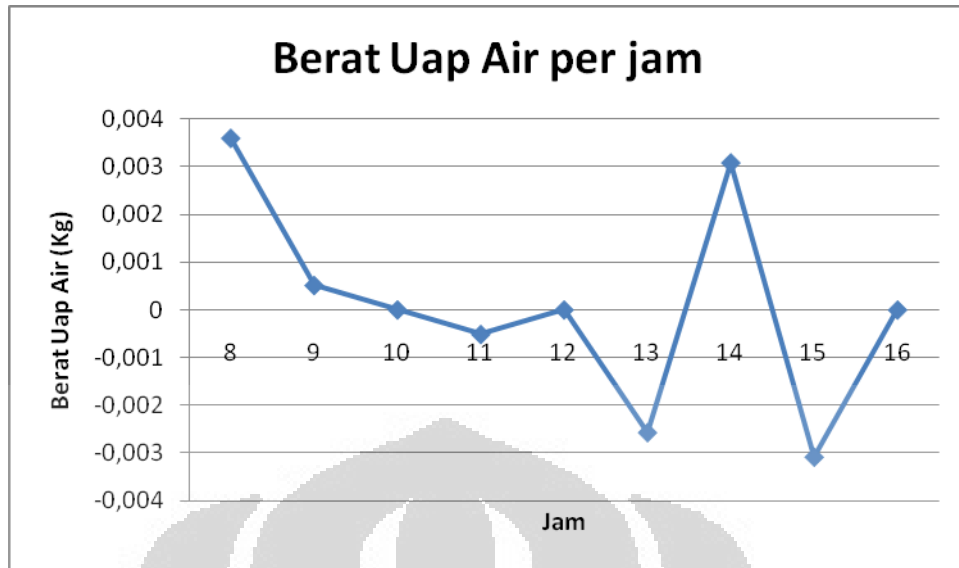
W_{before} : berat *ducting* sebelum pengujian (kg)

(Lampiran 2, 3 dan 4)



Gambar 4.7. Berat Uap Air per jam (4 jam 20 menit)

Gambar 4.7 memperlihatkan grafik berat uap air per jam pengujian pada tanggal 19-12-2011 yang dimulai pada pukul 09.00-13.20 WIB didalam *textile ducting* menjadi konstan setelah 2 jam waktu pengujian. Hal ini terjadi akibat temperatur dan kelembaban ruangan tempat pengujian *ducting* tidak mengalami perubahan yang cukup berarti selama 4 jam 20 menit pengujian.. Dimana intensitas panas dan sinar matahari juga mempengaruhi panas dan kelembaban ruangan pengujian *ducting*. Intensitas panas dan sinar matahari puncak terjadi pada pukul 13.00 WIB.



Gambar 4.8. Berat Uap Air per jam (8 jam)

Gambar 4.8 memperlihatkan grafik berat uap air setelah 1 jam pengujian per satuan luas permukaan *ducting* pada tanggal 17-12-2011 yang dimulai pada pukul 08.00-16.00 WIB *textile ducting* tidak konstan. Hal ini terjadi akibat berubah-ubah nya temperatur dan kelembaban ruangan tempat pengujian *ducting* karena pengaruh dari perubahan cuaca diluar ruangan pengujian. Dimana intensitas panas dan sinar matahari juga mempengaruhi panas dan kelembaban ruangan pengujian *ducting*. Intensitas panas dan sinar matahari puncak terjadi pada pukul 14.00 WIB.

Pengukuran berat uap air per luas permukaan *ducting* selama pengujian dapat dihitung dengan rumus:

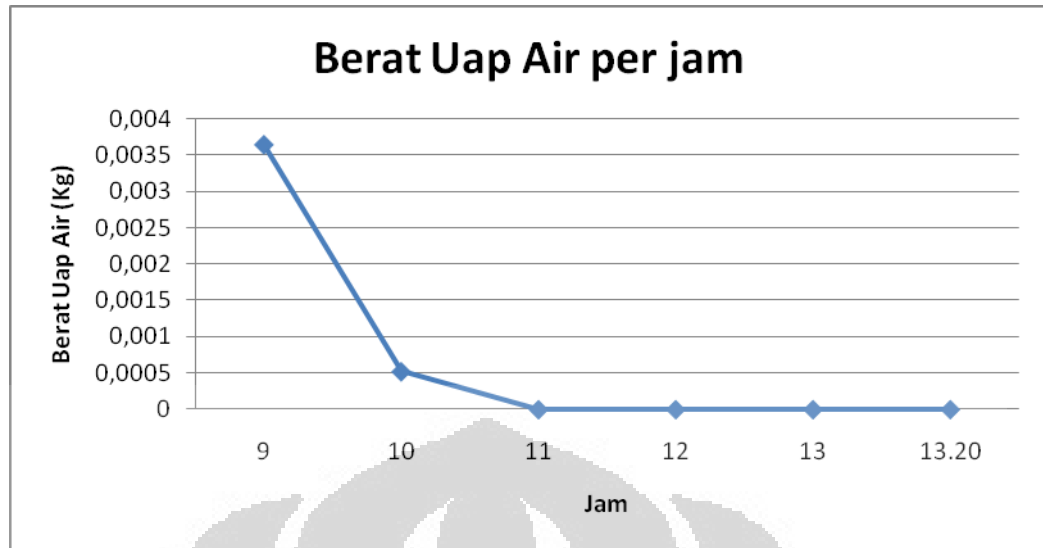
$$BUA/m^2 = BUA / A_{\text{permukaan ducting}} \dots\dots\dots(4.2)$$

BUA/m^2 : berat uap air per luas *ducting* (kg/m²)

BUA : berat uap air pada *ducting* (kg)

$A_{\text{permukaan ducting}}$: luas permukaan *ducting* (m²) – luas *orifice*

(Lampiran 10)



Gambar 4.9. Berat Uap Air per jam (4 jam 20 menit)

Gambar 4.8 memperlihatkan grafik berat uap air per jam pengujian per satuan luas permukaan *ducting* pada tanggal 19-12-2011 yang dimulai pada pukul 09.00-13.20 WIB didalam *textile ducting* menjadi konstan setelah 2 jam pengujian. Hal ini terjadi akibat temperatur dan kelembaban ruangan pengujian *ducting* tidak mengalami perubahan yang cukup berarti selama 4 jam 20 menit pengujian. Dimana intensitas panas dan sinar matahari juga mempengaruhi panas dan kelembaban ruangan pengujian *ducting*. Intensitas panas dan sinar matahari puncak terjadi pada pukul 13.00 WIB.

Dari hasil pengukuran didapat Δ berat uap air/luas permukaan *ducting* untuk pengujian selama 8 jam pada tanggal 17-12-2011 adalah sebesar $3,396E-05$ kg/m^2 dan Δ berat uap air/luas permukaan *ducting* untuk pengujian selama 5 jam pada tanggal 19-12-2011 adalah sebesar $0,000258743$ kg/m^2 .

(Lampiran 10)

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil percobaan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Suplai udara keluar dari *orifice* disepanjang *textile ducting* pada arah keluaran arah jam 4 dan jam 8 diharapkan dapat memberikan hembusan udara yang luas dan merata di seluruh ruangan, selain itu juga memberikan rasa nyaman pada orang yang berada dalam ruangan tersebut karena tidak langsung mengarah ke mereka.
2. Tidak terjadi kondensasi pada *textile ducting* berbahan polyester.

5.2 SARAN

1. Bahan/jenis kain yang akan digunakan untuk *textile ducting* harus diuji permeabilitasnya.
2. Pengambilan data temperatur dan kelembaban udara harus dilakukan pada cuaca panas.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Wilbert F.Stoecker, Jerold W.Jones, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, terj. Ir.Supratman Hara (Jakarta: Erlangga, 1982), hlm 56
- [2]. Wilbert F.Stoecker, Jerold W.Jones, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, terj. Ir.Supratman Hara (Jakarta: Erlangga, 1982), hlm 60
- [3]. Brunce R.Munson,et al. *Mekanika Fluida* (Jakarta: Erlangga, 2002), hlm 383
- [4]. Tangoro, Dwi, *Utilitas Bangunan*. (Jakarta: Universitas Indonesia, 2000),hlm53.
- [5]. Ductsox, Fabric Air Dispersion Products. Engineering and Design Manual
- [6]. R. Brown, K. Gebke, N. Paschke, S. Ford, *Condensation Evaluation of Permeable and Impermeable Materials for Air Distribution*. (Dubuque, Ductsox Corp: 2005)
- [7]. Kutz, Myer (Ed). (2006) *The Mechanical Engineers' Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [8]. Cengel, Yunus and Boles, Michael, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 1998, 3rd edition, McGraw-Hill, hlm. 725–726
- [9]. IUPAC, Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book") (1997). Online corrected version: (2006–) "condensation in atmospheric chemistry".

DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE, 1985, *ASHRAE Handbook Fundamentals*, Atlanta ; ASHRAE, Inc.

ASHRAE, 1987, *ASHRAE Pocket Handbook*, Atlanta ; ASHRAE Inc.

ASTM D 737 tentang *Air Permeability For Textile*

Bismantoko, Panji Arum. “Karakteristik Aliran Udara Orifice Textile Ducting Ujung Tertutup Ditinjau Dari Kecepatan Aliran Dan Tekanan,”
(Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok: 2011)

Carrier, 1965, *Handbook Of Air Conditioning System Design*, McGraw-Hill Inc.

Ductsox, Fabric Air Dispersion Products. Engineering and Design Manual

Fauzy, Muhammad. “Unjuk Kerja Textile Ducting Sebagai Pendistribusi Udara.”
(Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok: 1995)

Harun, Yulfari Oktesa. “Pola Keluaran Aliran Udara Pada Textile Ducting.”
(Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok: 2007)

Poerbo, Hartono. “Utilitas Bangunan.” (Jakarta: Djambatan,1992)

R. Brown, K. Gebke, N. Paschke, S. Ford, *Condensation Evaluation of Permeable and Impermeable Materials for Air Distribution*. (Dubuque, Ductsox Corp: 2005)

Stephen P. Kavanaugh., “HVAC Simplified

Tangoro, Dwi. “Utilitas Bangunan.” (Jakarta: Universitas Indonesia, 2000)

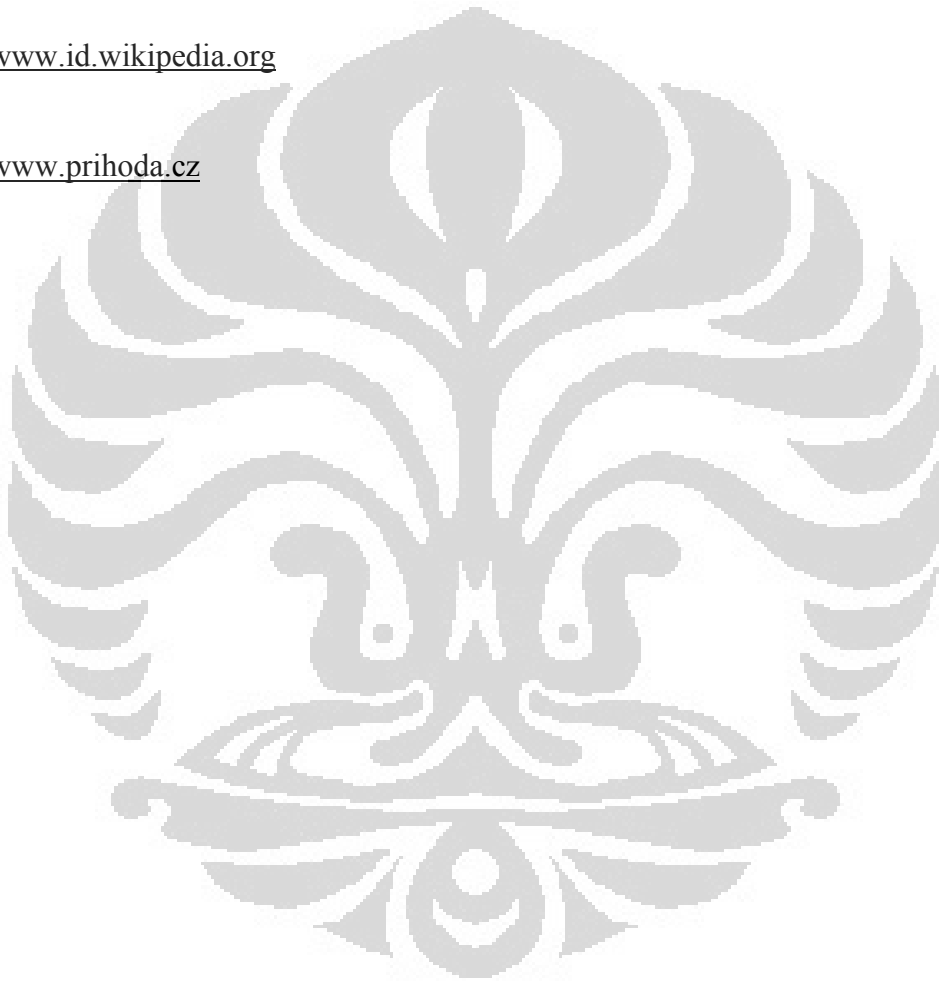
Wahid, Kemas A. “Sistem Distribusi Udara Menggunakan Textile Ducting Pada Tenda Pameran.” Skripsi, Program Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, 2002, hlm 17.

www.airsocks.co.uk

www.ductsox.com

www.id.wikipedia.org

www.prihoda.cz



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data-Data Teknis *Refrigeration Unit*



Einbau-Kältesatz

Refrigeration units



GEK

R134a, R404A

steckerfertiges Kühlagregat

alle Typen 230 V/1Ph

Markenverdichter

Bauformen: Sattleinbau, Wandeinbau,

Split-Version, Deckenaufleger

Leistungsbereich 560 W - 3000 W

plug-in refrigeration unit

all units with 230 V/1Ph

brand-name compressor

construction forms: saddle installation, mounting on

walls, mounting on ceilings, split system

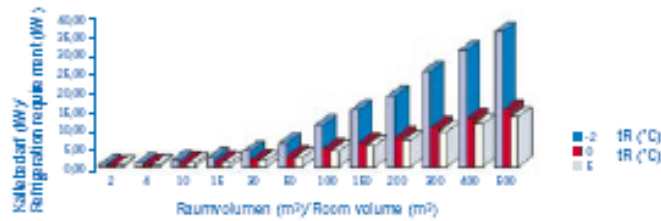
Power range 560 W - 3000 W

www.guentner.de

07.03

Basis für den Kältebedarf

Basis for refrigeration requirements



Kältebedarf Normalkühlung in kW

Refrigeration requirement Cold room operation in kW

Basis für die Kälteberechnung:
 Umgebungstemperatur Zelle: 32°C
 Isolierstärke: 70 mm
 Wärmedurchgangszahl: $k = 0,27$
 W/m²K
 Laufzeit Verdichter: 16 h
 Beschädigung: 30
 kg/m³d
 Abkühlung: 15 K

Basis for cool load operation:
 Ambient temperature of cold store: 32°C
 Insulation thickness: 70 mm
 Thermal throughput coefficient: $k = 0,27$
 W/m²K

Compressor run time: 16 h
 Charge: 30
 kg/m³d
 Cooling: 15 K



Kältebedarf Tiefkühlung in kW

Refrigeration requirement Freezer operation in kW

Basis für die Kälteberechnung:
 Umgebungstemperatur Zelle: 32°C
 Isolierstärke: 100 mm
 Wärmedurchgangszahl: $k = 0,19$
 W/m²K
 Laufzeit Verdichter: 18 h
 Beschädigung: 30
 kg/m³d
 Abkühlung: 4 K

Basis for cool load operation:
 Ambient temperature of cold store: 32°C
 Insulation thickness: 100 mm
 Thermal throughput coefficient: $k = 0,19$
 W/m²K

Compressor run time: 18 h
 Charge: 30
 kg/m³d
 Cooling: 4 K

Um die Ware unter optimalen Bedingungen frisch zu halten und um kostbare Energie einzusparen, ist ein Kälteaggregat nach einer entsprechenden Kältebedarfsberechnung auszuwählen. Die Auswahl nach dem Zellenvolumen sollte für immer der Vergangenheit angehören. Der Kältebedarf aus den untenstehenden Diagrammen ist kein Ersatz für eine Kältebedarfsberechnung und nur unter den hier angegebenen Bedingungen gültig. Für andere Bedingungen sprechen Sie bitte mit Ihrem Kältebediener oder lassen sich von dem Hersteller der Kältebox oder des Eintriskältesatzes beraten.

In order to keep the goods fresh under the best possible conditions and save valuable energy, a refrigeration unit must be selected using an appropriate refrigeration requirement calculation. Selection according to cold store volume should now be a thing of the past. The refrigeration requirements in the following diagrams are no substitute for a refrigeration requirement calculation and are only valid under the conditions specified here. For other conditions, please contact your refrigeration specialist or consult the manufacturer of the cold store or refrigeration unit.

**Einsatzgrenzen und
Betriebshinweise für
Güntner Einbaukältesätze**

**Usage limits and operating
instructions of the Güntner
refrigeration units**

**Normalkühlung
Cold room unit**

Raumtemperatur: -5°C bis +12°C
Außentemperatur: +2°C bis +45°C 1)
Kälteleistung: 630 bis 3000 W 2)

Room temperature: -5°C bis +12°C
Outside temperature: +2°C bis +45°C 1)
Cooling capacity: 630 bis 3000 W 2)

**Tiefkühlung
Freezer unit**

Raumtemperatur: -25°C bis -5°C
Außentemperatur: +2°C bis +45°C 1)
Kälteleistung: 560 bis 1800 W 3)

Room temperature: -25°C bis -5°C
Outside temperature: +2°C bis +45°C 1)
Cooling capacity: 560 bis 1800 W 3)

*Die Geräte sind nur
für eine spitzwasserge-
schützte Aufstellung
geeignet.*

*The equipment is only
suitable, suitable for
splash-proof installation*

1 Bei Außentemperaturen kleiner als 10°C empfiehlt sich der Einsatz einer Winterregelung evtl. kann das anfallende Kondensat hier nicht mehr komplett über die Taupfannenabdeckung abgeleitet werden. In diesem Falle muss über den Notablauf (Tülle liegt bei) für einen Kondensatablauf gesorgt werden. Bei Außentemperaturen größer als 40°C ist die Hochtemperaturausführung einzusetzen.

1 If the outside temperatures are lower than 10°C, the use of a winter control system is recommended; it may be that the condensation occurring can no longer be completely removed using the water evaporation. In this case, the condensate must be drained off using an emergency drain unit (nozzle supplied). If the outside temperatures are higher than 40°C, the high-temperature version should be used.

2 Kälteleistung bei einer Lufttrittstemperatur von 5°C und einer Außentemperatur von +32°C. (genaue Werte siehe Seite 4)

2 Cooling capacity with air intake temperature of 5°C and outside temperature of +32°C. (see page 4 for exact values)

3 Kälteleistung bei einer Lufttrittstemperatur von -18°C und einer Außentemperatur von +32°C. (genaue Werte siehe Seite 4)

3 Cooling capacity with air intake temperature of -18°C and outside temperature of +32°C. (see page 4 for exact values)

www.guentner.de

Kühllastberechnungsprogramm:

Um eine optimale Berechnung der benötigten GEK's zu erzielen, verwenden Sie unsere Auslegungssoftware Güntner Product Calculator (GPC).

Cool load calculation programme:

To achieve optimum calculation of the necessary GEKs, please use our Güntner Product Calculator (GPC) design software.

Gerätebeschreibung

Equipment versions



Gerätetyp für Sattleinbau H

Der steckerfertige Einbaueffizient wird bei der Montage in zwei in der Zellenwand herzustellende Aussparungen eingehängt. Als Montagehilfe für die Anbringung der Aussparungen sowie der Bohrung für den Tauwasserablaufschlauch dient die mitgelieferte Montageschablone. Der Einbau ist für Zellen mit einer Isolierstärke von 70 bis 120 mm möglich.

Equipment model for saddle installation H

This plug-in refrigeration unit is suspended in two grooves that have to be made in the cold store wall. The supplied installation template is intended to assist with making the grooves and drilling the hole for the melt water hose. For installation in cold stores with an insulation thickness of 70 to 120 mm.



Gerätetyp für Wandeinbau W

Der steckerfertige Einbaueffizient für Wandeinbau W wird bei der Montage in eine zuvor ausgeschnittene Öffnung der Zellenwand eingeschoben. Dieser Ausschnitt entspricht in seinen Abmessungen einem Isolierelement, das bereits auf die Rückseite des Kälteaggregates montiert ist. Der Einbau ist für Zellen mit einer Isolierstärke von 70 bis 120 mm möglich.

Equipment model for wall installation W

This wall-mounted plug-in refrigeration unit W is installed in an opening that has to be cut into the cold store wall. The size of this opening corresponds with the dimensions of the insulating element that is already attached to the rear of the refrigeration unit. For installation in cold stores with an insulation thickness of 70 to 120 mm.

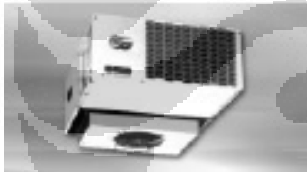


Gerätetyp Splitausführung SP

Kälteaggregat und Verdampfer können räumlich voneinander getrennt installiert werden. Die Verbindungsleitungen (vorgefüllte Kupferrohre) können in unterschiedlichen Längen und Querschnitten auf Anfrage mitgeliefert werden. Tauwasser muß bauseits abgeführt werden.

Split version equipment model SP

The refrigeration unit and the evaporator can be installed separately. The connecting lines (pre-filled copper pipes) can be supplied in different lengths and cross-sections. Thawed water must be removed by the client.



Gerätetyp für Deckeneinbau D

Der steckerfertige Einbaueffizient wird bei der Montage in eine zuvor ausgeschnittene Öffnung der Deckenplatte aufgesetzt. Die Einbaubefestigung der Luftkühlerteile beträgt bei Normalkühlern 100 mm und bei Tiefkühlern 120 mm.

Equipment model for ceiling installation D

This plug-in refrigeration unit is inserted into an opening that has to be made in the cold store ceiling. The size of this opening corresponds with the dimensions of the ventilator that is attached to the unit. The installation depth of the air cooler components is 100 mm for normal coolers and 120 mm for deep coolers.

Bitte beachten!
Please note!

Eine ausreichende Luftzufuhr ist die Voraussetzung für die einwandfreie Funktion und einen energiesparenden Betrieb des Kälteaggregates.

- Vor der Montage des Gerätes ist die Tragfähigkeit der Kühlzelle zu überprüfen.
- Die zulässige Umgebungstemperatur liegt zwischen +2°C und +45°C.
- Bei Einsatz in Umgebungstemperaturen unter 10°C ist eine Winterregelung (Sonderzubehör) zu empfehlen.
- Bei Außentemperaturen über 35°C sollte die "Hochtemperatur-Ausführung" (Gerät GEK.../1) zum Einsatz kommen, welche für Außentemperaturen bis 45°C geeignet ist.
- Bei niedrigen Temperaturen kann die Verdunstung des Tauwassers beeinträchtigt werden. -Überlauf verwenden-

An adequate supply of air is a prerequisite for perfect, economical refrigeration unit operation.

- The load bearing capacity of the cold store must be checked before installing the device.
- The permitted ambient temperature is between +2°C and +45°C.
- A winter controller (special accessory) is recommended if the unit is being operated at ambient temperatures below 10°C.
- With outside temperatures over 35°C, the "High-temperature version" (GEK.../1) should be used, which is suitable for temperatures up to 45°C.
- With low temperatures, evaporation of the thaw water may be adversely affected.
- Use an overflow -

Technische Daten des
Einbaukältesatzes

Technical data for
refrigeration unit

A/WSP Beschreibung Description	Gerättyp Type	Kälteleistung Cooling capacity	Leistungs- aufnahme Power consumption	Zellinhalt Cell volume	Nennstrom Nominal current	Schalldruck- pegel Sound pressure level	Gewicht Weight	Ausführung Design
Serie GEKN für Normalkühlung for cold rooms -5°C bis +12°C Kältemittel F refrigerant: R134a	HWSP	(W) 1)	(W) 1)	lit (m ³) 2)	(A)	(dB(A)1m) 3)	(kg)	
	GEKN 0600	700	525	8	2,9	55	45	I
	GEKN 0900	900	610	11	3,3	57	50	I
	GEKN 1200	1180	825	16	4,0	59	55	I
	GEKN 1500	1440	965	22	5,3	61	56	I
	GEKN 2000	2000	1300	26	7,1	62	77	II
	GEKN 2000	2000	1920	60	10,5	68	82	II
Serie GEKT für Tiefkühlung for freezer rooms -5°C bis -25°C Kältemittel F refrigerant: R404A	GEKT 0500	500	750	5	4	59	50	I
	GEKT 0700	700	900	8	4,4	61	55	II
	GEKT 1000	1000	1060	15	5,9	65	72	II
	GEKT 1200	1400	1390	26	7,5	65	80	II
	GEKT 1500	1800	1920	26	10,5	66	95	II
D Beschreibung Description	Gerättyp Type	Kälteleistung Cooling capacity	Leistungs- aufnahme Power consumption	Zellinhalt Cell volume	Nennstrom Nominal current	Schalldruck- pegel Sound pressure level	Gewicht Weight	Ausführung Design
Serie GEKN für Normalkühlung for cold rooms -5°C bis +12°C Kältemittel F refrigerant: R134a	HWSP	(W) 1)	(W) 1)	lit (m ³) 2)	(A)	(dB(A)1m) 3)	(kg)	
	GEKN 0600	600	540	7	2,9	52	51	V
	GEKN 0900	820	600	10	3,3	55	60	V, I
	GEKN 1200	1140	820	16	4,5	57	65	V
	GEKN 1500	1420	920	22	5,1	59	66	V
	GEKN 2000	2180	1560	26	8	60	107	WI
	GEKN 2000	2780	2090	55	10,2	66	116	WI
Serie GEKT für Tiefkühlung for freezer rooms -5°C bis -25°C Kältemittel F refrigerant: R404A	GEKT 0500	400	620	4	2,5	57	57	V
	GEKT 0700	540	750	7	4	59	64	V
	GEKT 1000	920	1040	15	5,3	62	98	WI
	GEKT 1200	1150	1300	16	6,5	62	99	WI
	GEKT 1500	1620	2020	22	10,4	64	117	WI

1 Leistungswerte bei Umgebungstemperatur von +22°C und Lufttemperatur am Kühler von +5°C bzw. -18°C.
Die Geräteleistungen wurden nach DIN 8942 gemessen.

2 Für die Berechnung der Zellgröße wurden folgende Randbedingungen zugrunde gelegt:

Ge1 Normalkühlung:
Umgebungstemperatur Zelle: 22°C
Isolierstärke: 70 mm (k = 0,27 W/m²K)
Luftdichtigkeit: 16 h
Belastung: 20 kg/m²d
Wareneinkühlung: 15 K

Ge2 Tiefkühlung:
Umgebungstemperatur Zelle: 22°C
Isolierstärke: 100 mm (k = 0,19 W/m²K)
Luftdichtigkeit: 16 h
Belastung: 20 kg/m²d
Wareneinkühlung: 4 K

3 Die Schallangaben erfolgen nach DIN 45625. Da Kältruume nur ein sehr geringes Absorptionsverhalten aufweisen empfehlen wir nur mit einer geringen Abnahme des Schalldruckpegels bei anderen Entfernungen zu rechnen.

1 Performance data at ambient temperatures of +22°C and cooler air intake temperature of +5°C to -18°C.
The equipment capacities were measured in accordance with DIN 8942.

2 The cold store size calculation was made on the basis of the following marginal conditions:

For cold rooms:
Ambient temperature of cold store: 22°C
Insulation thickness: 70 mm (k = 0,27 W/m²K)
Compressor run time: 16 h
Charge: 20 kg/m²d
Goods cooling: 15 K

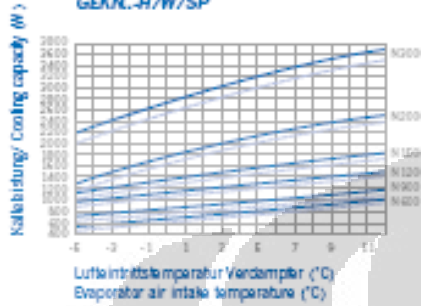
For freezer rooms:
Ambient temperature of cold store: 22°C
Insulation thickness: 100 mm (k = 0,19 W/m²K)
Compressor run time: 16 h
Charge: 20 kg/m²d
Goods cooling: 4 K

3 The sound information is provided as specified in DIN 45625. Because cold rooms only have a very low absorption behaviour we recommend that calculations are based on only a low reduction in sound levels at other distances.

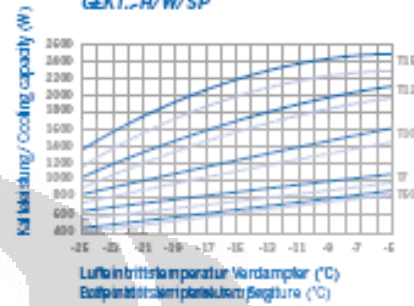
Leistungsdiagramme

Performance diagrams

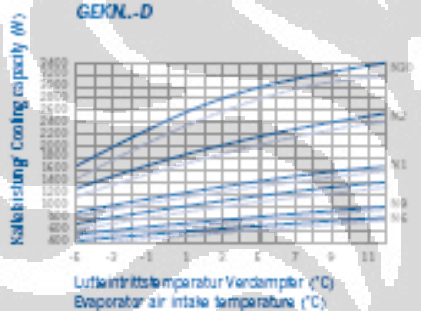
GEKN.-H/W/SP



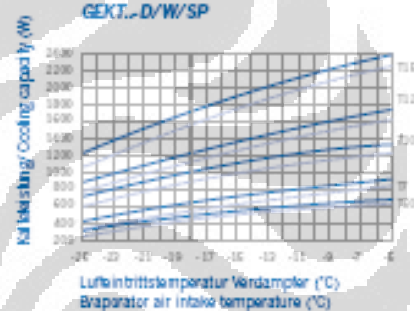
GEKT.-H/W/SP



GEKN.-D



GEKT.-D/W/SP



07/2002 GPK Sa. 1a 6

Telefon +49 (0)81 41-2 42-0

Abmessungen

Dimensions

Ausführung I

Normalkühlung: GEKN 600 / GEKN 900
GEKN 1200 / GEKN 1500

Tiefkühlung: GEKT 500

Version I

Cold rooms: GEKN 600 / GEKN 900
GEKN 1200 / GEKN 1500

Freezer rooms: GEKT 500

Sattleinbau - H
Wandeinbau W

Saddle installation - H
Wall installation W

Schnitt A - A
Ausparung Zellwand

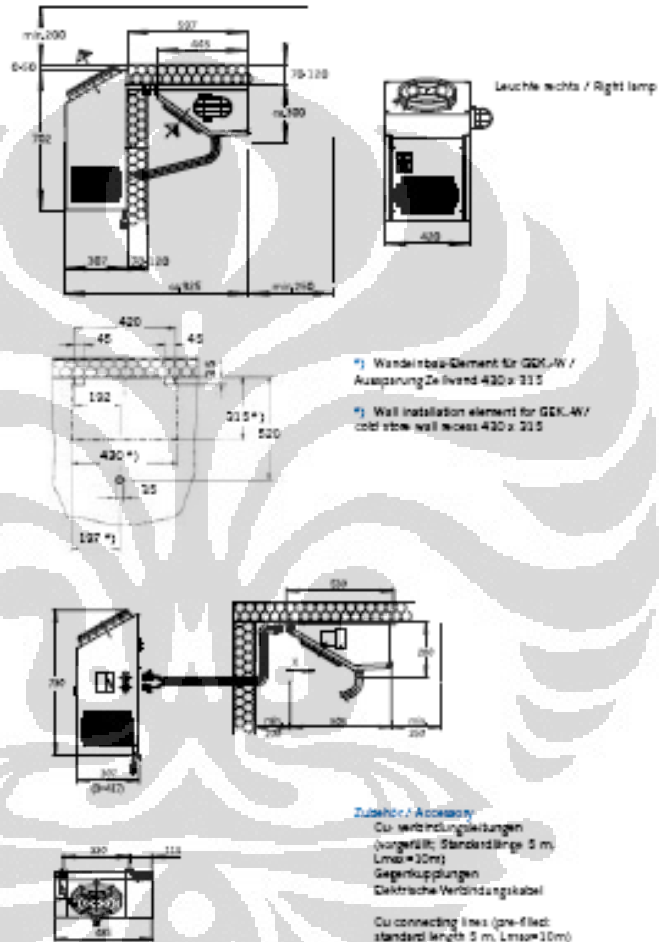
Section A - A
Cold store wall recess

Splitsystem - SP

Split system SP

Ansicht X

View X



Verbindungsleitungen und elektrische Verbindungskabel fest verlegen!
Lay fixed connecting lines and electrical connecting cables!

Abmessungen

Dimensions

Ausführung II

Normalkühlung: GEKN 2000
GEKN 3000

Tiefkühlung: GEKT 700 / T1000
T1200 / T1500

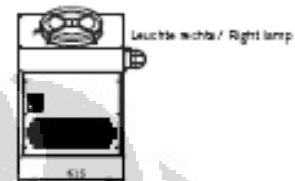
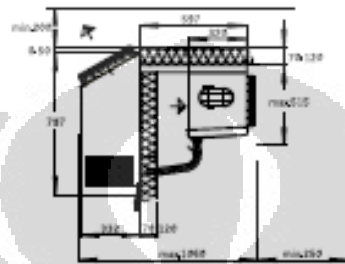
Version II

Cold rooms: GEKN 2000
GEKN 3000

Freezer rooms: GEKT 700 / T1000
T1200 / T1500

Sattleinbau - H
Wandeinbau W

Saddle installation - H
Wall installation W



Schnitt A - A
Ausparung Zellwand

Section A - A
Cold store wall recess

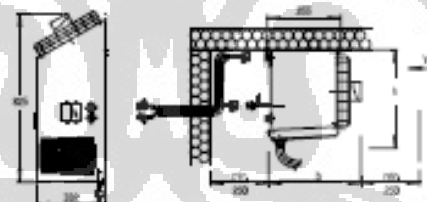


*1) Wandeinbau-Element für
GEK.-W / Ausparung
Zellwand 605 x 485

*1) Wall installation element for
GEK.-W / cold store wall
recess 605 x 485

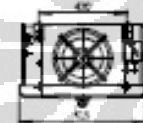
Spaltsystem - SP

Split system SP



Ansicht X

View X



Zubehör / Accessory

Cu-Verbindungsleitungen
(vorgelötet, Standardlänge 5 m,
L_{max}=10m)

Gegenkupplungen

Elektrische Verbindungskabel

Cu connecting lines (pre-tinned,
standard length 5 m, L_{max}=10m)

Mating connectors

Electrical connecting cable

Verbindungsleitungen und elektrische Verbindungskabel fest verlegen!
Lay fixed connecting lines and electrical connecting cables!

Abmessungen

Dimensions

Ausführung V

Normalkühlung: GEKN 600 / GEKN 900
GEKN 1200 / GEKN 1500

Tiefkühlung: GEKT 500 / T700

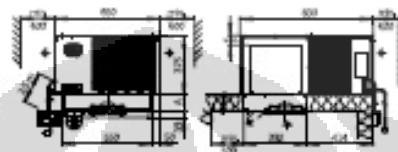
Version V

Cold rooms: GEKN 600 / GEKN 900
GEKN 1200 / GEKN 1500

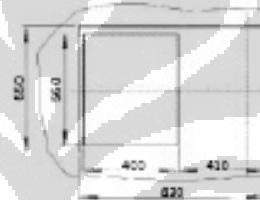
Freezer rooms: GEKT 500 / T700

Deckeneinbau - D

Cold store ceiling
recess - D



Ausparung
Zellbleche
Groove in cold
store ceiling



Ausführung VI

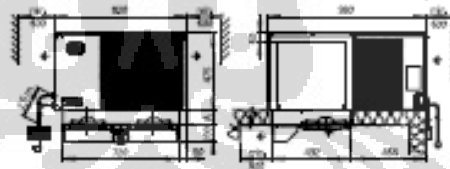
Normalkühlung: GEKN 2000 / GEKN 3000

Tiefkühlung: T1000 / T1200 / T1500

Version VI

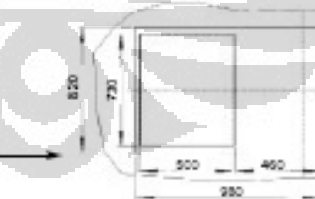
Cold rooms: GEKN 2000 / 3000

Freezer rooms: T1000 / T2000 / T1500



Ausparung
Zellbleche
Groove in cold
store ceiling

Luftströmung
Air flow
direction



A = 101
GEKN 600/GEKN 900
GEKN 1200/GEKN 1500
GEKN 2000/GEKN 3000

A = 121
GEKT 500
GEKT 700/GEKT 1000
GEKT 1200
GEKT 1500

Lampiran 2. Data pengujian *textile ducting* selama 8 jam pada tanggal 17-12-2011

Jam	Temperature (°C)		RH (%)		Berat Ducting (kg)			Temperature AC (°C)	X (Grains/Kg Dry Air)
	in	out	in	out	berfore	after	Hasil		
08.00	23.5	24.4	49	61	0,39	0,404	0,014	23.3	0.0175
09.00	20.1	37	46	40.5	0,404	0,406	0,002	18.9	0.0097
10.00	21	30.2	45	48	0,406	0,406	0	19.3	0.0114
11.00	23.1	35.6	49	50	0,406	0,404	-0,002	20.1	0.01745
12.00	22.5	33.7	43	55	0,404	0,404	0	21.1	0.0112
13.00	18.3	36.9	35	51	0,404	0,394	-0,01	17.1	0.0079
14.00	29.1	37.4	35	48	0,394	0,406	0,012	17.3	0.0082
15.00	17.9	35.8	34	51	0,406	0,394	-0,012	16.3	0.0068
16.00	17	33.2	35	52	0,394	0,394	0	15.9	0.006

Lampiran 3. Data pengujian *textile ducting* selama 4 jam 20 menit pada tanggal 19-12-2011

Jam	Temperature (°C)		RH (%)		Berat Ducting (kg)			Temperature AC (°C)	X (Grains/Kg Dry Air)
	in	out	in	out	berfore	after	Hasil		
09.00	27.6	30.5	50	69	0,39	0,404	0,014	24.4	0.00168
10.00	24.1	34.6	36	52	0,404	0,406	0,002	23.1	0.0011
11.00	21.4	39.9	33	40	0,406	0,406	0	18.7	0.0051
12.00	19.6	40.1	33	40	0,406	0,406	0	17.5	0.008
13.00	19.3	40.3	34	40	0,406	0,406	0	17.5	0.0078
13.20	20.3	34	38	51	0,406	0,406	0	18.1	0.0064

Lampiran 4. Data pengujian *textile ducting* selama 4 jam pada tanggal 21-12-2011

Jam	Temperature (°C)		RH (%)		Berat Ducting (kg)			Temperature AC (°C)	X (Grains/Kg Dry Air)
	in	out	in	out	berfore	after	Hasil		
10.00	28.4	32.4	44	64	0,39	0,404	0,014	19.3	0.0154
11.00	22.1	37.4	34	49	0,404	0,406	0,002	20.1	0.0087
12.00	18.7	45.6	34	35	0,406	0,406	0	21.1	0.0068
13.00	21.4	47.9	34	27	0,406	0,406	0	17.1	0.0091
14.00	21.2	37.8	32	45	0,406	0,406	0	17.3	0.00891

Lampiran 5. Data temperatur dan kelembaban selama 8 jam pada tanggal 17-12-2011

No.	Date	Time	Temperature	Humidity
1	17/12/2011	10:01:25	22,8	48
2	17/12/2011	10:02:24	22,7	48
3	17/12/2011	10:03:23	22,6	49
4	17/12/2011	10:04:22	22,7	51
5	17/12/2011	10:05:21	22,8	52
6	17/12/2011	10:06:20	22,8	52
7	17/12/2011	10:07:19	22,9	53
8	17/12/2011	10:08:18	23,1	53
9	17/12/2011	10:09:18	23,2	53
10	17/12/2011	10:10:17	23,3	54
11	17/12/2011	10:11:16	23,4	54
12	17/12/2011	10:12:15	23,5	55
13	17/12/2011	10:13:14	23,5	55
14	17/12/2011	10:14:13	23,6	54
15	17/12/2011	10:15:12	23,5	53
16	17/12/2011	10:16:11	23,4	53
17	17/12/2011	10:17:10	23,4	52
18	17/12/2011	10:18:10	23,2	52
19	17/12/2011	10:19:09	23,2	51
20	17/12/2011	10:20:08	23,1	50
21	17/12/2011	10:21:07	23	50
22	17/12/2011	10:22:06	22,9	49
23	17/12/2011	10:23:05	22,8	49
24	17/12/2011	10:24:04	22,8	48
25	17/12/2011	10:25:03	22,7	48
26	17/12/2011	10:26:02	22,6	47
27	17/12/2011	10:27:02	22,5	48
28	17/12/2011	10:28:01	22,5	49
29	17/12/2011	10:29:00	22,6	50
30	17/12/2011	10:29:59	22,6	51
31	17/12/2011	10:30:58	22,6	51
32	17/12/2011	10:31:57	22,6	52
33	17/12/2011	10:32:56	22,6	51
34	17/12/2011	10:33:55	22,7	52
35	17/12/2011	10:34:54	22,7	52
36	17/12/2011	10:35:54	22,8	52
37	17/12/2011	10:36:53	22,8	52
38	17/12/2011	10:37:52	22,9	52
39	17/12/2011	10:38:51	23	52

40	17/12/2011	10:39:50	23	52
41	17/12/2011	10:40:49	22,9	52
42	17/12/2011	10:41:48	23	52
43	17/12/2011	10:42:47	23	53
44	17/12/2011	10:43:46	23,1	53
45	17/12/2011	10:44:46	23,2	53
46	17/12/2011	10:45:45	23,3	54
47	17/12/2011	10:46:44	23,5	56
48	17/12/2011	10:47:43	23,6	57
49	17/12/2011	10:48:42	23,7	57
50	17/12/2011	10:49:41	23,8	56
51	17/12/2011	10:50:40	23,8	56
52	17/12/2011	10:51:39	23,9	55
53	17/12/2011	10:52:38	23,9	54
54	17/12/2011	10:53:38	23,9	54
55	17/12/2011	10:54:37	24	54
56	17/12/2011	10:55:36	24	54
57	17/12/2011	10:56:35	24	54
58	17/12/2011	10:57:34	24	53
59	17/12/2011	10:58:33	24	53
60	17/12/2011	10:59:32	24	53
61	17/12/2011	11:00:31	24	53
62	17/12/2011	11:01:30	24	53
63	17/12/2011	11:02:30	24	52
64	17/12/2011	11:03:29	24	52
65	17/12/2011	11:04:28	24	52
66	17/12/2011	11:05:27	24	53
67	17/12/2011	11:06:26	24	53
68	17/12/2011	11:07:25	24,2	53
69	17/12/2011	11:08:24	24,4	53
70	17/12/2011	11:09:23	24,6	52
71	17/12/2011	11:10:22	24,7	52
72	17/12/2011	11:11:22	24,7	51
73	17/12/2011	11:12:21	24,7	51
74	17/12/2011	11:13:20	24,6	51
75	17/12/2011	11:14:19	24,5	50
76	17/12/2011	11:15:18	24,4	50
77	17/12/2011	11:16:17	24,4	50
78	17/12/2011	11:17:16	24,4	51
79	17/12/2011	11:18:15	24,4	50
80	17/12/2011	11:19:14	24,3	50
81	17/12/2011	11:20:14	24,4	52
82	17/12/2011	11:21:13	24,4	52

83	17/12/2011	11:22:12	24,5	52
84	17/12/2011	11:23:11	24,5	52
85	17/12/2011	11:24:10	24,5	51
86	17/12/2011	11:25:09	24,5	52
87	17/12/2011	11:26:08	24,5	51
88	17/12/2011	11:27:07	24,6	52
89	17/12/2011	11:28:06	24,6	52
90	17/12/2011	11:29:06	24,6	52
91	17/12/2011	11:30:05	24,6	52
92	17/12/2011	11:31:04	24,6	52
93	17/12/2011	11:32:03	24,6	52
94	17/12/2011	11:33:02	24,7	52
95	17/12/2011	11:34:01	24,7	52
96	17/12/2011	11:35:00	24,7	52
97	17/12/2011	11:35:59	24,7	52
98	17/12/2011	11:36:59	24,7	51
99	17/12/2011	11:37:58	24,6	51
100	17/12/2011	11:38:57	24,5	51
101	17/12/2011	11:39:56	24,6	51
102	17/12/2011	11:40:55	24,6	50
103	17/12/2011	11:41:54	24,4	50
104	17/12/2011	11:42:53	24,4	50
105	17/12/2011	11:43:52	24,4	50
106	17/12/2011	11:44:51	24,3	49
107	17/12/2011	11:45:51	24,2	49
108	17/12/2011	11:46:50	24,2	49
109	17/12/2011	11:47:49	24,2	49
110	17/12/2011	11:48:48	24,2	49
111	17/12/2011	11:49:47	24,2	49
112	17/12/2011	11:50:46	24,3	49
113	17/12/2011	11:51:45	24,2	49
114	17/12/2011	11:52:44	24,2	49
115	17/12/2011	11:53:43	24,1	49
116	17/12/2011	11:54:43	24,2	49
117	17/12/2011	11:55:42	24,1	48
118	17/12/2011	11:56:41	24	48
119	17/12/2011	11:57:40	23,9	47
120	17/12/2011	11:58:39	23,8	47
121	17/12/2011	11:59:38	23,7	47
122	17/12/2011	12:00:37	23,6	47
123	17/12/2011	12:01:36	23,6	47
124	17/12/2011	12:02:35	23,5	47
125	17/12/2011	12:03:35	23,5	48

126	17/12/2011	12:04:34	23,6	48
127	17/12/2011	12:05:33	23,6	49
128	17/12/2011	12:06:32	23,8	49
129	17/12/2011	12:07:31	24	49
130	17/12/2011	12:08:30	23,9	48
131	17/12/2011	12:09:29	23,9	49
132	17/12/2011	12:10:28	23,9	50
133	17/12/2011	12:11:27	23,8	49
134	17/12/2011	12:12:27	23,7	49
135	17/12/2011	12:13:26	23,6	48
136	17/12/2011	12:14:25	23,4	48
137	17/12/2011	12:15:24	23,3	47
138	17/12/2011	12:16:23	23,2	47
139	17/12/2011	12:17:22	23	46
140	17/12/2011	12:18:21	22,8	46
141	17/12/2011	12:19:20	22,6	45
142	17/12/2011	12:20:19	22,5	44
143	17/12/2011	12:21:19	22,4	44
144	17/12/2011	12:22:18	22,3	43
145	17/12/2011	12:23:17	22,2	43
146	17/12/2011	12:24:16	22	43
147	17/12/2011	12:25:15	21,9	43
148	17/12/2011	12:26:14	21,8	42
149	17/12/2011	12:27:13	21,6	42
150	17/12/2011	12:28:12	21,6	42
151	17/12/2011	12:29:11	21,5	42
152	17/12/2011	12:30:11	21,4	41
153	17/12/2011	12:31:10	21,2	41
154	17/12/2011	12:32:09	21,1	41
155	17/12/2011	12:33:08	21	41
156	17/12/2011	12:34:07	20,9	41
157	17/12/2011	12:35:06	20,8	41
158	17/12/2011	12:36:05	20,7	41
159	17/12/2011	12:37:04	20,7	41
160	17/12/2011	12:38:03	20,6	40
161	17/12/2011	12:39:03	20,5	40
162	17/12/2011	12:40:02	20,4	40
163	17/12/2011	12:41:01	20,4	40
164	17/12/2011	12:42:00	20,4	40
165	17/12/2011	12:42:59	20,3	40
166	17/12/2011	12:43:58	20,2	40
167	17/12/2011	12:44:57	20,2	40
168	17/12/2011	12:45:56	20,1	40

169	17/12/2011	12:46:55	20,1	39
170	17/12/2011	12:47:55	20	39
171	17/12/2011	12:48:54	20	39
172	17/12/2011	12:49:53	20	39
173	17/12/2011	12:50:52	19,9	39
174	17/12/2011	12:51:51	19,8	39
175	17/12/2011	12:52:50	19,8	39
176	17/12/2011	12:53:49	19,7	39
177	17/12/2011	12:54:48	19,7	39
178	17/12/2011	12:55:47	19,6	39
179	17/12/2011	12:56:47	19,7	39
180	17/12/2011	12:57:46	19,6	39
181	17/12/2011	12:58:45	19,6	39
182	17/12/2011	12:59:44	19,6	39
183	17/12/2011	13:00:43	19,6	39
184	17/12/2011	13:01:42	19,6	39
185	17/12/2011	13:02:41	19,6	41
186	17/12/2011	13:03:40	19,7	42
187	17/12/2011	13:04:40	19,8	43
188	17/12/2011	13:05:39	20,1	43
189	17/12/2011	13:06:38	20,3	43
190	17/12/2011	13:07:37	20,5	43
191	17/12/2011	13:08:36	20,7	44
192	17/12/2011	13:09:35	20,9	46
193	17/12/2011	13:10:34	21	46
194	17/12/2011	13:11:33	21,2	46
195	17/12/2011	13:12:32	21,1	46
196	17/12/2011	13:13:32	21,1	45
197	17/12/2011	13:14:31	21	44
198	17/12/2011	13:15:30	21	44
199	17/12/2011	13:16:29	20,9	43
200	17/12/2011	13:17:28	20,9	43
201	17/12/2011	13:18:27	20,8	43
202	17/12/2011	13:19:26	20,8	42
203	17/12/2011	13:20:25	20,7	42
204	17/12/2011	13:21:24	20,6	42
205	17/12/2011	13:22:24	20,6	42
206	17/12/2011	13:23:23	20,6	41
207	17/12/2011	13:24:22	20,6	41
208	17/12/2011	13:25:21	20,6	41
209	17/12/2011	13:26:20	20,5	41
210	17/12/2011	13:27:19	20,5	40
211	17/12/2011	13:28:18	20,5	40

212	17/12/2011	13:29:17	20,4	40
213	17/12/2011	13:30:16	20,4	40
214	17/12/2011	13:31:16	20,4	40
215	17/12/2011	13:32:15	20,4	40
216	17/12/2011	13:33:14	20,4	39
217	17/12/2011	13:34:13	20,3	39
218	17/12/2011	13:35:12	20,4	39
219	17/12/2011	13:36:11	20,3	39
220	17/12/2011	13:37:10	20,3	39
221	17/12/2011	13:38:09	20,3	39
222	17/12/2011	13:39:08	20,4	39
223	17/12/2011	13:40:08	20,3	39
224	17/12/2011	13:41:07	20,3	39
225	17/12/2011	13:42:06	20,3	39
226	17/12/2011	13:43:05	20,3	39
227	17/12/2011	13:44:04	20,3	39
228	17/12/2011	13:45:03	20,3	38
229	17/12/2011	13:46:02	20,3	39
230	17/12/2011	13:47:01	20,3	38
231	17/12/2011	13:48:00	20,3	38
232	17/12/2011	13:49:00	20,3	38
233	17/12/2011	13:49:59	20,3	38
234	17/12/2011	13:50:58	20,3	38
235	17/12/2011	13:51:57	20,3	38
236	17/12/2011	13:52:56	20,3	38
237	17/12/2011	13:53:55	20,3	38
238	17/12/2011	13:54:54	20,3	38
239	17/12/2011	13:55:53	20,3	38
240	17/12/2011	13:56:52	20,3	38
241	17/12/2011	13:57:52	20,3	38
242	17/12/2011	13:58:51	20,3	38
243	17/12/2011	13:59:50	20,4	38
244	17/12/2011	14:00:49	20,3	38
245	17/12/2011	14:01:48	20,3	38
246	17/12/2011	14:02:47	20,3	39
247	17/12/2011	14:03:46	20,5	40
248	17/12/2011	14:04:45	20,6	41
249	17/12/2011	14:05:44	20,8	42
250	17/12/2011	14:06:44	21	42
251	17/12/2011	14:07:43	21,2	42
252	17/12/2011	14:08:42	21,5	44
253	17/12/2011	14:09:41	21,6	44
254	17/12/2011	14:10:40	21,7	45

255	17/12/2011	14:11:39	21,7	44
256	17/12/2011	14:12:38	21,7	44
257	17/12/2011	14:13:37	21,6	44
258	17/12/2011	14:14:36	21,6	43
259	17/12/2011	14:15:36	21,5	43
260	17/12/2011	14:16:35	21,4	42
261	17/12/2011	14:17:34	21,3	42
262	17/12/2011	14:18:33	21,2	42
263	17/12/2011	14:19:32	21,2	41
264	17/12/2011	14:20:31	21,1	41
265	17/12/2011	14:21:30	21	41
266	17/12/2011	14:22:29	21	41
267	17/12/2011	14:23:28	21	40
268	17/12/2011	14:24:28	20,9	40
269	17/12/2011	14:25:27	20,8	40
270	17/12/2011	14:26:26	20,7	40
271	17/12/2011	14:27:25	20,7	40
272	17/12/2011	14:28:24	20,6	39
273	17/12/2011	14:29:23	20,6	39
274	17/12/2011	14:30:22	20,5	39
275	17/12/2011	14:31:21	20,4	39
276	17/12/2011	14:32:21	20,4	39
277	17/12/2011	14:33:20	20,3	39
278	17/12/2011	14:34:19	20,2	39
279	17/12/2011	14:35:18	20,2	39
280	17/12/2011	14:36:17	20,2	39
281	17/12/2011	14:37:16	20,2	39
282	17/12/2011	14:38:15	20,1	38
283	17/12/2011	14:39:14	20	38
284	17/12/2011	14:40:13	20	38
285	17/12/2011	14:41:13	19,9	38
286	17/12/2011	14:42:12	19,8	38
287	17/12/2011	14:43:11	19,8	38
288	17/12/2011	14:44:10	19,8	38
289	17/12/2011	14:45:09	19,8	38
290	17/12/2011	14:46:08	19,7	38
291	17/12/2011	14:47:07	19,7	38
292	17/12/2011	14:48:06	19,7	38
293	17/12/2011	14:49:05	19,6	38
294	17/12/2011	14:50:05	19,6	38
295	17/12/2011	14:51:04	19,6	38
296	17/12/2011	14:52:03	19,5	38
297	17/12/2011	14:53:02	19,5	38

298	17/12/2011	14:54:01	19,5	38
299	17/12/2011	14:55:00	19,4	38
300	17/12/2011	14:55:59	19,4	38
301	17/12/2011	14:56:58	19,4	38
302	17/12/2011	14:57:57	19,4	38
303	17/12/2011	14:58:57	19,5	38
304	17/12/2011	14:59:56	19,4	38
305	17/12/2011	15:00:55	19,4	38
306	17/12/2011	15:01:54	19,4	38
307	17/12/2011	15:02:53	19,5	39
308	17/12/2011	15:03:52	19,6	39
309	17/12/2011	15:04:51	19,6	41
310	17/12/2011	15:05:50	19,8	41
311	17/12/2011	15:06:49	20	42
312	17/12/2011	15:07:49	20,2	45
313	17/12/2011	15:08:48	20,4	46
314	17/12/2011	15:09:47	20,4	46
315	17/12/2011	15:10:46	20,4	45
316	17/12/2011	15:11:45	20,4	44
317	17/12/2011	15:12:44	20,3	44
318	17/12/2011	15:13:43	20,3	43
319	17/12/2011	15:14:42	20,2	43
320	17/12/2011	15:15:41	20,1	43
321	17/12/2011	15:16:41	20,1	43
322	17/12/2011	15:17:40	20	42
323	17/12/2011	15:18:39	20	42
324	17/12/2011	15:19:38	20	42
325	17/12/2011	15:20:37	19,9	41
326	17/12/2011	15:21:36	19,8	41
327	17/12/2011	15:22:35	19,8	41
328	17/12/2011	15:23:34	19,8	41
329	17/12/2011	15:24:33	19,7	41
330	17/12/2011	15:25:33	19,7	42
331	17/12/2011	15:26:32	19,7	43
332	17/12/2011	15:27:31	19,7	43
333	17/12/2011	15:28:30	19,8	43
334	17/12/2011	15:29:29	19,7	43
335	17/12/2011	15:30:28	19,7	42
336	17/12/2011	15:31:27	19,6	42
337	17/12/2011	15:32:26	19,7	42
338	17/12/2011	15:33:25	19,6	42
339	17/12/2011	15:34:25	19,6	41
340	17/12/2011	15:35:24	19,5	41

341	17/12/2011	15:36:23	19,4	41
342	17/12/2011	15:37:22	19,4	40
343	17/12/2011	15:38:21	19,4	40
344	17/12/2011	15:39:20	19,3	40
345	17/12/2011	15:40:19	19,2	40
346	17/12/2011	15:41:18	19,2	40
347	17/12/2011	15:42:17	19,2	40
348	17/12/2011	15:43:17	19,1	39
349	17/12/2011	15:44:16	19	40
350	17/12/2011	15:45:15	19	39
351	17/12/2011	15:46:14	19,1	39
352	17/12/2011	15:47:13	19	39
353	17/12/2011	15:48:12	19	39
354	17/12/2011	15:49:11	18,9	39
355	17/12/2011	15:50:10	18,9	39
356	17/12/2011	15:51:09	19	39
357	17/12/2011	15:52:09	19,1	39
358	17/12/2011	15:53:08	19	38
359	17/12/2011	15:54:07	18,9	39
360	17/12/2011	15:55:06	18,9	38
361	17/12/2011	15:56:05	18,8	38
362	17/12/2011	15:57:04	18,8	39
363	17/12/2011	15:58:03	18,8	38
364	17/12/2011	15:59:02	18,8	38
365	17/12/2011	16:00:01	18,7	38

Lampiran 6. Data temperatur dan kelembaban selama 4 jam 20 menit pada tanggal 19-12-2011

No.	Date	Time	Temperature	Humidity
1	19/12/2011	9:01:02	28,8	59
2	19/12/2011	9:02:01	28,7	58
3	19/12/2011	9:03:00	28,6	58
4	19/12/2011	9:03:59	28,3	58
5	19/12/2011	9:04:58	28	57
6	19/12/2011	9:05:57	27,7	57
7	19/12/2011	9:06:56	27,5	56
8	19/12/2011	9:07:55	27,2	55
9	19/12/2011	9:08:54	26,9	54
10	19/12/2011	9:09:53	26,6	53
11	19/12/2011	9:10:52	26,3	53
12	19/12/2011	9:11:51	26	52

13	19/12/2011	9:12:50	25,8	51
14	19/12/2011	9:13:49	25,6	51
15	19/12/2011	9:14:49	25,4	50
16	19/12/2011	9:15:48	25,3	50
17	19/12/2011	9:16:47	25,1	49
18	19/12/2011	9:17:46	25	49
19	19/12/2011	9:18:45	24,8	48
20	19/12/2011	9:19:44	24,6	48
21	19/12/2011	9:20:43	24,5	47
22	19/12/2011	9:21:42	24,4	47
23	19/12/2011	9:22:41	24,3	47
24	19/12/2011	9:23:40	24,2	47
25	19/12/2011	9:24:39	24	46
26	19/12/2011	9:25:38	24	46
27	19/12/2011	9:26:37	23,9	46
28	19/12/2011	9:27:36	23,8	45
29	19/12/2011	9:28:36	23,7	44
30	19/12/2011	9:29:35	23,6	44
31	19/12/2011	9:30:34	23,5	44
32	19/12/2011	9:31:33	23,5	44
33	19/12/2011	9:32:32	23,4	43
34	19/12/2011	9:33:31	23,3	43
35	19/12/2011	9:34:30	23,2	43
36	19/12/2011	9:35:29	23,2	43
37	19/12/2011	9:36:28	23,2	43
38	19/12/2011	9:37:27	23,2	43
39	19/12/2011	9:38:26	23,1	42
40	19/12/2011	9:39:25	23,1	42
41	19/12/2011	9:40:24	23	42
42	19/12/2011	9:41:23	23	42
43	19/12/2011	9:42:23	22,9	42
44	19/12/2011	9:43:22	22,8	42
45	19/12/2011	9:44:21	22,8	42
46	19/12/2011	9:45:20	22,7	41
47	19/12/2011	9:46:19	22,7	41
48	19/12/2011	9:47:18	22,7	41
49	19/12/2011	9:48:17	22,6	41
50	19/12/2011	9:49:16	22,8	42
51	19/12/2011	9:50:15	23	42
52	19/12/2011	9:51:14	23,2	42
53	19/12/2011	9:52:13	23,5	41
54	19/12/2011	9:53:12	23,8	41
55	19/12/2011	9:54:11	24,2	41

56	19/12/2011	9:55:10	24,4	41
57	19/12/2011	9:56:10	24,7	41
58	19/12/2011	9:57:09	25	40
59	19/12/2011	9:58:08	25,3	40
60	19/12/2011	9:59:07	25,6	39
61	19/12/2011	10:00:06	25,6	39
62	19/12/2011	10:01:05	25,6	39
63	19/12/2011	10:02:04	25,6	39
64	19/12/2011	10:03:03	25,5	39
65	19/12/2011	10:04:02	25,5	40
66	19/12/2011	10:05:01	25,5	41
67	19/12/2011	10:06:00	25,6	41
68	19/12/2011	10:06:59	25,8	42
69	19/12/2011	10:07:58	25,9	42
70	19/12/2011	10:08:57	25,7	42
71	19/12/2011	10:09:57	25,6	42
72	19/12/2011	10:10:56	25,4	42
73	19/12/2011	10:11:55	25,2	42
74	19/12/2011	10:12:54	25	42
75	19/12/2011	10:13:53	24,8	42
76	19/12/2011	10:14:52	24,7	41
77	19/12/2011	10:15:51	24,5	41
78	19/12/2011	10:16:50	24,4	41
79	19/12/2011	10:17:49	24,3	41
80	19/12/2011	10:18:48	24,1	41
81	19/12/2011	10:19:47	24	41
82	19/12/2011	10:20:46	23,9	41
83	19/12/2011	10:21:45	23,8	41
84	19/12/2011	10:22:44	23,7	41
85	19/12/2011	10:23:44	23,6	40
86	19/12/2011	10:24:43	23,5	40
87	19/12/2011	10:25:42	23,4	40
88	19/12/2011	10:26:41	23,4	40
89	19/12/2011	10:27:40	23,3	40
90	19/12/2011	10:28:39	23,2	40
91	19/12/2011	10:29:38	23,2	39
92	19/12/2011	10:30:37	23,2	39
93	19/12/2011	10:31:36	23,1	39
94	19/12/2011	10:32:35	23,1	39
95	19/12/2011	10:33:34	23	39
96	19/12/2011	10:34:33	23	39
97	19/12/2011	10:35:32	23	39
98	19/12/2011	10:36:31	23	39

99	19/12/2011	10:37:31	22,9	39
100	19/12/2011	10:38:30	22,9	39
101	19/12/2011	10:39:29	22,9	38
102	19/12/2011	10:40:28	22,8	38
103	19/12/2011	10:41:27	22,8	38
104	19/12/2011	10:42:26	22,8	38
105	19/12/2011	10:43:25	22,7	38
106	19/12/2011	10:44:24	22,7	38
107	19/12/2011	10:45:23	22,7	38
108	19/12/2011	10:46:22	22,6	38
109	19/12/2011	10:47:21	22,6	38
110	19/12/2011	10:48:20	22,6	38
111	19/12/2011	10:49:19	22,6	38
112	19/12/2011	10:50:18	22,5	38
113	19/12/2011	10:51:18	22,5	38
114	19/12/2011	10:52:17	22,4	38
115	19/12/2011	10:53:16	22,4	38
116	19/12/2011	10:54:15	22,3	38
117	19/12/2011	10:55:14	22,3	37
118	19/12/2011	10:56:13	22,3	38
119	19/12/2011	10:57:12	22,3	38
120	19/12/2011	10:58:11	22,2	38
121	19/12/2011	10:59:10	22,2	37
122	19/12/2011	11:00:09	22,2	37
123	19/12/2011	11:01:08	22,1	37
124	19/12/2011	11:02:07	22,1	37
125	19/12/2011	11:03:06	22,1	38
126	19/12/2011	11:04:05	22,2	38
127	19/12/2011	11:05:05	22,4	39
128	19/12/2011	11:06:04	22,5	39
129	19/12/2011	11:07:03	22,8	40
130	19/12/2011	11:08:02	23	40
131	19/12/2011	11:09:01	23	41
132	19/12/2011	11:10:00	23	41
133	19/12/2011	11:10:59	23	41
134	19/12/2011	11:11:58	22,9	41
135	19/12/2011	11:12:57	22,9	41
136	19/12/2011	11:13:56	22,8	41
137	19/12/2011	11:14:55	22,7	41
138	19/12/2011	11:15:54	22,6	41
139	19/12/2011	11:16:53	22,6	40
140	19/12/2011	11:17:52	22,5	40
141	19/12/2011	11:18:51	22,4	40

142	19/12/2011	11:19:51	22,3	40
143	19/12/2011	11:20:50	22,3	40
144	19/12/2011	11:21:49	22,2	40
145	19/12/2011	11:22:48	22,1	39
146	19/12/2011	11:23:47	22,1	39
147	19/12/2011	11:24:46	22	39
148	19/12/2011	11:25:45	22	39
149	19/12/2011	11:26:44	21,9	39
150	19/12/2011	11:27:43	21,8	39
151	19/12/2011	11:28:42	21,8	39
152	19/12/2011	11:29:41	21,8	39
153	19/12/2011	11:30:40	21,7	39
154	19/12/2011	11:31:39	21,6	39
155	19/12/2011	11:32:38	21,6	39
156	19/12/2011	11:33:38	21,5	39
157	19/12/2011	11:34:37	21,5	39
158	19/12/2011	11:35:36	21,4	38
159	19/12/2011	11:36:35	21,5	38
160	19/12/2011	11:37:34	21,4	38
161	19/12/2011	11:38:33	21,3	38
162	19/12/2011	11:39:32	21,3	38
163	19/12/2011	11:40:31	21,2	38
164	19/12/2011	11:41:30	21,2	38
165	19/12/2011	11:42:29	21,1	38
166	19/12/2011	11:43:28	21,1	38
167	19/12/2011	11:44:27	21,1	38
168	19/12/2011	11:45:26	21,1	38
169	19/12/2011	11:46:25	21,1	38
170	19/12/2011	11:47:25	21	38
171	19/12/2011	11:48:24	21	38
172	19/12/2011	11:49:23	21	38
173	19/12/2011	11:50:22	21	38
174	19/12/2011	11:51:21	21	38
175	19/12/2011	11:52:20	20,9	38
176	19/12/2011	11:53:19	20,9	37
177	19/12/2011	11:54:18	20,9	37
178	19/12/2011	11:55:17	20,9	38
179	19/12/2011	11:56:16	21	37
180	19/12/2011	11:57:15	21	37
181	19/12/2011	11:58:14	21	37
182	19/12/2011	11:59:13	21,1	37
183	19/12/2011	12:00:12	21	37
184	19/12/2011	12:01:12	20,9	37

185	19/12/2011	12:02:11	20,8	37
186	19/12/2011	12:03:10	20,9	37
187	19/12/2011	12:04:09	21	38
188	19/12/2011	12:05:08	21,2	39
189	19/12/2011	12:06:07	21,5	41
190	19/12/2011	12:07:06	21,8	42
191	19/12/2011	12:08:05	21,9	43
192	19/12/2011	12:09:04	21,9	43
193	19/12/2011	12:10:03	21,9	43
194	19/12/2011	12:11:02	21,8	43
195	19/12/2011	12:12:01	21,7	42
196	19/12/2011	12:13:00	21,7	42
197	19/12/2011	12:13:59	21,6	42
198	19/12/2011	12:14:59	21,6	42
199	19/12/2011	12:15:58	21,5	41
200	19/12/2011	12:16:57	21,4	41
201	19/12/2011	12:17:56	21,4	41
202	19/12/2011	12:18:55	21,4	41
203	19/12/2011	12:19:54	21,3	41
204	19/12/2011	12:20:53	21,3	41
205	19/12/2011	12:21:52	21,2	41
206	19/12/2011	12:22:51	21,2	40
207	19/12/2011	12:23:50	21,1	40
208	19/12/2011	12:24:49	21	40
209	19/12/2011	12:25:48	21	40
210	19/12/2011	12:26:47	21	40
211	19/12/2011	12:27:46	20,8	40
212	19/12/2011	12:28:46	20,9	40
213	19/12/2011	12:29:45	20,8	40
214	19/12/2011	12:30:44	20,8	39
215	19/12/2011	12:31:43	20,8	39
216	19/12/2011	12:32:42	20,7	39
217	19/12/2011	12:33:41	20,7	39
218	19/12/2011	12:34:40	20,6	39
219	19/12/2011	12:35:39	20,6	39
220	19/12/2011	12:36:38	20,5	39
221	19/12/2011	12:37:37	20,4	39
222	19/12/2011	12:38:36	20,4	39
223	19/12/2011	12:39:35	20,4	39
224	19/12/2011	12:40:34	20,3	38
225	19/12/2011	12:41:33	20,3	38
226	19/12/2011	12:42:33	20,3	38
227	19/12/2011	12:43:32	20,2	38

228	19/12/2011	12:44:31	20,2	38
229	19/12/2011	12:45:30	20,1	38
230	19/12/2011	12:46:29	20,1	38
231	19/12/2011	12:47:28	20,1	38
232	19/12/2011	12:48:27	20	38
233	19/12/2011	12:49:26	20	38
234	19/12/2011	12:50:25	20	38
235	19/12/2011	12:51:24	20,1	41
236	19/12/2011	12:52:23	20,2	42
237	19/12/2011	12:53:22	20,2	42
238	19/12/2011	12:54:21	20,2	41
239	19/12/2011	12:55:20	20,2	41
240	19/12/2011	12:56:20	20,3	41
241	19/12/2011	12:57:19	20,4	41
242	19/12/2011	12:58:18	20,3	41
243	19/12/2011	12:59:17	20,3	40
244	19/12/2011	13:00:16	20,2	40
245	19/12/2011	13:01:15	20,2	40
246	19/12/2011	13:02:14	20,1	40
247	19/12/2011	13:03:13	20,2	41
248	19/12/2011	13:04:12	20,5	41
249	19/12/2011	13:05:11	20,8	44
250	19/12/2011	13:06:10	21	44
251	19/12/2011	13:07:09	21,3	44
252	19/12/2011	13:08:08	21,6	44
253	19/12/2011	13:09:07	21,8	44
254	19/12/2011	13:10:07	22	46
255	19/12/2011	13:11:06	22,1	47
256	19/12/2011	13:12:05	22,1	47
257	19/12/2011	13:13:04	22,1	47
258	19/12/2011	13:14:03	22,1	46
259	19/12/2011	13:15:02	22,1	46
260	19/12/2011	13:16:01	22	46
261	19/12/2011	13:17:00	22	45
262	19/12/2011	13:17:59	21,9	44
263	19/12/2011	13:18:58	21,8	44
264	19/12/2011	13:19:57	21,8	44
265	19/12/2011	13:20:56	21,7	43
266	19/12/2011	13:21:55	21,6	43
267	19/12/2011	13:22:54	21,5	43
268	19/12/2011	13:23:54	21,4	43

Lampiran 7. Data temperatur dan kelembaban selama 4 jam pada tanggal 21-12-2011

No.	Date	Time	Temperature	Humidity
1	21/12/2011	10:01:05	28,9	53
2	21/12/2011	10:02:04	28,6	53
3	21/12/2011	10:03:03	28,3	53
4	21/12/2011	10:04:02	28,2	53
5	21/12/2011	10:05:01	28	53
6	21/12/2011	10:06:00	27,8	52
7	21/12/2011	10:06:59	27,6	52
8	21/12/2011	10:07:59	27,4	51
9	21/12/2011	10:08:58	27,2	51
10	21/12/2011	10:09:57	27	50
11	21/12/2011	10:10:56	26,7	49
12	21/12/2011	10:11:55	26,6	49
13	21/12/2011	10:12:54	26,4	48
14	21/12/2011	10:13:53	26,1	48
15	21/12/2011	10:14:53	26	47
16	21/12/2011	10:15:52	25,8	47
17	21/12/2011	10:16:51	25,6	46
18	21/12/2011	10:17:50	25,5	46
19	21/12/2011	10:18:49	25,3	46
20	21/12/2011	10:19:48	25,2	45
21	21/12/2011	10:20:47	25	44
22	21/12/2011	10:21:47	24,8	44
23	21/12/2011	10:22:46	24,7	44
24	21/12/2011	10:23:45	24,5	44
25	21/12/2011	10:24:44	24,4	43
26	21/12/2011	10:25:43	24,3	43
27	21/12/2011	10:26:42	24,1	43
28	21/12/2011	10:27:41	24	43
29	21/12/2011	10:28:41	23,8	42
30	21/12/2011	10:29:40	23,7	42
31	21/12/2011	10:30:39	23,6	42
32	21/12/2011	10:31:38	23,5	42
33	21/12/2011	10:32:37	23,4	42
34	21/12/2011	10:33:36	23,2	41
35	21/12/2011	10:34:35	23,2	41
36	21/12/2011	10:35:35	23,1	41
37	21/12/2011	10:36:34	23	41
38	21/12/2011	10:37:33	22,8	41
39	21/12/2011	10:38:32	22,8	41

40	21/12/2011	10:39:31	22,7	41
41	21/12/2011	10:40:30	22,6	41
42	21/12/2011	10:41:29	22,5	40
43	21/12/2011	10:42:29	22,4	40
44	21/12/2011	10:43:28	22,3	40
45	21/12/2011	10:44:27	22,3	40
46	21/12/2011	10:45:26	22,4	41
47	21/12/2011	10:46:25	22,5	41
48	21/12/2011	10:47:24	22,8	41
49	21/12/2011	10:48:23	23	41
50	21/12/2011	10:49:23	23,2	41
51	21/12/2011	10:50:22	23,4	40
52	21/12/2011	10:51:21	23,6	40
53	21/12/2011	10:52:20	23,9	40
54	21/12/2011	10:53:19	24,1	40
55	21/12/2011	10:54:18	24,3	40
56	21/12/2011	10:55:17	24,4	39
57	21/12/2011	10:56:17	24,4	39
58	21/12/2011	10:57:16	24,4	39
59	21/12/2011	10:58:15	24,4	39
60	21/12/2011	10:59:14	24,2	39
61	21/12/2011	11:00:13	24,1	39
62	21/12/2011	11:01:12	24	38
63	21/12/2011	11:02:11	23,8	39
64	21/12/2011	11:03:11	23,7	39
65	21/12/2011	11:04:10	23,6	39
66	21/12/2011	11:05:09	23,5	40
67	21/12/2011	11:06:08	23,4	41
68	21/12/2011	11:07:07	23,6	41
69	21/12/2011	11:08:06	23,7	42
70	21/12/2011	11:09:05	23,8	42
71	21/12/2011	11:10:05	23,8	43
72	21/12/2011	11:11:04	23,8	43
73	21/12/2011	11:12:03	23,8	43
74	21/12/2011	11:13:02	23,7	43
75	21/12/2011	11:14:01	23,6	43
76	21/12/2011	11:15:00	23,6	43
77	21/12/2011	11:15:59	23,4	42
78	21/12/2011	11:16:59	23,3	42
79	21/12/2011	11:17:58	23,2	42
80	21/12/2011	11:18:57	23,1	42
81	21/12/2011	11:19:56	23	42
82	21/12/2011	11:20:55	22,9	41

83	21/12/2011	11:21:54	22,8	41
84	21/12/2011	11:22:53	22,7	41
85	21/12/2011	11:23:53	22,6	41
86	21/12/2011	11:24:52	22,4	41
87	21/12/2011	11:25:51	22,4	40
88	21/12/2011	11:26:50	22,2	40
89	21/12/2011	11:27:49	22,1	40
90	21/12/2011	11:28:48	22	40
91	21/12/2011	11:29:47	22	40
92	21/12/2011	11:30:47	21,9	40
93	21/12/2011	11:31:46	21,8	39
94	21/12/2011	11:32:45	21,7	39
95	21/12/2011	11:33:44	21,6	39
96	21/12/2011	11:34:43	21,5	39
97	21/12/2011	11:35:42	21,5	39
98	21/12/2011	11:36:41	21,4	39
99	21/12/2011	11:37:41	21,4	39
100	21/12/2011	11:38:40	21,3	39
101	21/12/2011	11:39:39	21,2	39
102	21/12/2011	11:40:38	21,2	39
103	21/12/2011	11:41:37	21,1	39
104	21/12/2011	11:42:36	21	39
105	21/12/2011	11:43:35	20,9	39
106	21/12/2011	11:44:35	20,9	39
107	21/12/2011	11:45:34	20,9	38
108	21/12/2011	11:46:33	20,8	38
109	21/12/2011	11:47:32	20,8	38
110	21/12/2011	11:48:31	20,7	38
111	21/12/2011	11:49:30	20,6	38
112	21/12/2011	11:50:29	20,6	38
113	21/12/2011	11:51:29	20,6	38
114	21/12/2011	11:52:28	20,6	38
115	21/12/2011	11:53:27	20,6	38
116	21/12/2011	11:54:26	20,6	38
117	21/12/2011	11:55:25	20,6	38
118	21/12/2011	11:56:24	20,5	38
119	21/12/2011	11:57:23	20,5	38
120	21/12/2011	11:58:23	20,5	38
121	21/12/2011	11:59:22	20,5	38
122	21/12/2011	12:00:21	20,4	38
123	21/12/2011	12:01:20	20,4	38
124	21/12/2011	12:02:19	20,4	38
125	21/12/2011	12:03:18	20,4	41

126	21/12/2011	12:04:17	20,9	48
127	21/12/2011	12:05:17	21,6	52
128	21/12/2011	12:06:16	22,1	53
129	21/12/2011	12:07:15	22,4	54
130	21/12/2011	12:08:14	22,8	53
131	21/12/2011	12:09:13	23	53
132	21/12/2011	12:10:12	23,1	52
133	21/12/2011	12:11:11	23,2	52
134	21/12/2011	12:12:11	23,2	51
135	21/12/2011	12:13:10	23,2	51
136	21/12/2011	12:14:09	23,2	50
137	21/12/2011	12:15:08	23,2	49
138	21/12/2011	12:16:07	23,1	48
139	21/12/2011	12:17:06	23,1	48
140	21/12/2011	12:18:05	23	47
141	21/12/2011	12:19:05	23	47
142	21/12/2011	12:20:04	23	47
143	21/12/2011	12:21:03	22,9	46
144	21/12/2011	12:22:02	22,8	46
145	21/12/2011	12:23:01	22,8	45
146	21/12/2011	12:24:00	22,8	44
147	21/12/2011	12:24:59	22,7	44
148	21/12/2011	12:25:59	22,7	44
149	21/12/2011	12:26:58	22,6	44
150	21/12/2011	12:27:57	22,6	43
151	21/12/2011	12:28:56	22,6	43
152	21/12/2011	12:29:55	22,5	43
153	21/12/2011	12:30:54	22,5	43
154	21/12/2011	12:31:53	22,5	42
155	21/12/2011	12:32:53	22,4	42
156	21/12/2011	12:33:52	22,5	42
157	21/12/2011	12:34:51	22,4	42
158	21/12/2011	12:35:50	22,4	42
159	21/12/2011	12:36:49	22,4	41
160	21/12/2011	12:37:48	22,4	41
161	21/12/2011	12:38:47	22,4	41
162	21/12/2011	12:39:47	22,4	41
163	21/12/2011	12:40:46	22,4	41
164	21/12/2011	12:41:45	22,4	41
165	21/12/2011	12:42:44	22,4	40
166	21/12/2011	12:43:43	22,4	40
167	21/12/2011	12:44:42	22,3	40
168	21/12/2011	12:45:41	22,4	40

169	21/12/2011	12:46:41	22,4	40
170	21/12/2011	12:47:40	22,4	40
171	21/12/2011	12:48:39	22,4	40
172	21/12/2011	12:49:38	22,4	39
173	21/12/2011	12:50:37	22,4	39
174	21/12/2011	12:51:36	22,4	39
175	21/12/2011	12:52:35	22,4	39
176	21/12/2011	12:53:35	22,4	39
177	21/12/2011	12:54:34	22,4	39
178	21/12/2011	12:55:33	22,4	39
179	21/12/2011	12:56:32	22,4	39
180	21/12/2011	12:57:31	22,4	39
181	21/12/2011	12:58:30	22,4	39
182	21/12/2011	12:59:29	22,5	39
183	21/12/2011	13:00:29	22,5	38
184	21/12/2011	13:01:28	22,5	38
185	21/12/2011	13:02:27	22,5	38
186	21/12/2011	13:03:26	22,5	39
187	21/12/2011	13:04:25	22,6	39
188	21/12/2011	13:05:24	22,6	40
189	21/12/2011	13:06:23	22,7	40
190	21/12/2011	13:07:23	22,8	40
191	21/12/2011	13:08:22	22,8	40
192	21/12/2011	13:09:21	22,8	40
193	21/12/2011	13:10:20	22,8	39
194	21/12/2011	13:11:19	22,8	39
195	21/12/2011	13:12:18	22,8	39
196	21/12/2011	13:13:17	22,8	39
197	21/12/2011	13:14:17	22,8	39
198	21/12/2011	13:15:16	22,8	39
199	21/12/2011	13:16:15	22,8	39
200	21/12/2011	13:17:14	22,8	38
201	21/12/2011	13:18:13	22,8	38
202	21/12/2011	13:19:12	22,7	38
203	21/12/2011	13:20:11	22,7	38
204	21/12/2011	13:21:11	22,7	38
205	21/12/2011	13:22:10	22,7	38
206	21/12/2011	13:23:09	22,7	38
207	21/12/2011	13:24:08	22,7	38
208	21/12/2011	13:25:07	22,6	38
209	21/12/2011	13:26:06	22,6	38
210	21/12/2011	13:27:05	22,6	38
211	21/12/2011	13:28:05	22,6	38

212	21/12/2011	13:29:04	22,6	38
213	21/12/2011	13:30:03	22,6	38
214	21/12/2011	13:31:02	22,6	37
215	21/12/2011	13:32:01	22,5	37
216	21/12/2011	13:33:00	22,6	37
217	21/12/2011	13:33:59	22,6	37
218	21/12/2011	13:34:59	22,6	37
219	21/12/2011	13:35:58	22,6	37
220	21/12/2011	13:36:57	22,6	37
221	21/12/2011	13:37:56	22,6	37
222	21/12/2011	13:38:55	22,6	37
223	21/12/2011	13:39:54	22,5	37
224	21/12/2011	13:40:53	22,5	37
225	21/12/2011	13:41:53	22,6	37
226	21/12/2011	13:42:52	22,5	37
227	21/12/2011	13:43:51	22,5	37
228	21/12/2011	13:44:50	22,5	37
229	21/12/2011	13:45:49	22,4	37
230	21/12/2011	13:46:48	22,5	37
231	21/12/2011	13:47:47	22,5	37
232	21/12/2011	13:48:47	22,5	37
233	21/12/2011	13:49:46	22,5	37
234	21/12/2011	13:50:45	22,5	37
235	21/12/2011	13:51:44	22,4	37
236	21/12/2011	13:52:43	22,4	36
237	21/12/2011	13:53:42	22,4	36
238	21/12/2011	13:54:41	22,4	36
239	21/12/2011	13:55:41	22,4	36
240	21/12/2011	13:56:40	22,4	36
241	21/12/2011	13:57:39	22,4	36
242	21/12/2011	13:58:38	22,4	36
243	21/12/2011	13:59:37	22,3	35
244	21/12/2011	14:00:36	22,3	36
245	21/12/2011	14:01:35	22,3	35
246	21/12/2011	14:02:35	22,3	35

Lampiran 8. Data temperatur rata-rata kota Depok tahun 2010

TGL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	26,4	25,6	26,3	26,3	28,0	26,2	26,3	26,0	25,4	26,2	27,0	25,7
2	26,5	25,8	25,9	27,0	27,2	27,5	25,6	25,3	25,3	25,0	27,0	26,3
3	27,0	25,9	26,9	26,7	27,6	27,4	24,7	24,8	25,5	24,2	27,1	26,9

4	26,6	25,6	26,1	27,2	27,7	25,5	26,1	25,8	26,3	25,5	24,6	25,5
5	26,0	25,7	25,9	26,5	27,1	26,2	25,5	25,3	25,9	25,5	26,4	26,1
6	25,9	25,9	26,2	26,4	27,2	25,9	27,1	25,2	24,3	25,6	26,9	25,1
7	25,5	24,9	26,0	28,4	27,5	26,1	26,6	25,7	24,6	25,5	26,1	25,3
8	24,7	26,2	25,8	27,4	25,5	25,0	25,1	25,6	24,9	25,2	25,6	25,4
9	25,0	25,8	25,8	27,0	27,0	25,5	25,2	25,2	24,8	25,4	26,5	26,0
10	25,1	25,8	26,3	26,8	26,2	25,7	26,1	25,9	25,1	26,0	26,4	24,7
11	26,0	26,1	25,1	26,4	26,1	26,4	25,5	27,0	24,1	25,2	26,4	24,1
12	25,2	26,7	26,0	26,9	25,5	26,1	26,4	26,4	26,3	26,8	25,4	25,4
13	24,4	25,1	25,4	27,4	26,0	26,4	25,9	26,6	24,9	26,3	25,0	26,9
14	23,1	25,3	26,1	26,7	26,0	27,1	25,4	26,6	25,4	23,5	25,7	24,7
15	24,1	26,0	26,3	27,9	27,8	25,6	26,1	25,8	23,9	25,4	26,2	25,5
16	24,3	25,6	25,5	25,5	25,0	23,7	25,5	24,9	24,9	26,4	25,6	25,2
17	24,2	26,0	24,9	27,2	27,2	24,8	25,0	25,9	24,8	26,0	25,5	24,7
18	26,1	26,1	25,1	26,3	27,7	25,6	24,8	25,2	25,5	24,4	26,1	24,8
19	25,3	25,2	26,3	26,5	27,5	25,0	25,0	26,4	26,1	25,9	26,8	25,2
20	23,9	25,7	26,0	26,7	25,9	26,4	26,5	25,8	25,4	26,6	26,1	25,1
21	25,5	26,1	26,3	26,9	25,9	26,8	25,4	25,8	25,4	25,9	25,5	25,1
22	23,7	26,4	26,9	28,0	27,0	26,3	26,2	25,8	25,6	25,7	26,3	24,8
23	25,1	26,5	25,8	27,1	26,4	25,8	25,9	26,3	24,9	25,7	25,4	24,3
24	25,5	26,5	26,7	27,1	25,9	25,6	26,3	26,3	25,1	24,8	25,5	26,0
25	25,4	24,8	27,0	28,1	26,3	26,1	26,4	27,0	25,9	25,2	25,7	25,9
26	26,1	26,4	26,8	28,1	25,3	26,0	26,3	26,5	25,9	24,0	25,9	25,0
27	25,6	26,8	26,9	27,2	26,2	25,8	24,3	24,6	25,4	25,0	24,0	25,9
28	25,1	26,9	24,8	27,8	27,2	25,4	25,7	23,7	26,4	23,7	25,1	26,2
29	26,5		25,4	26,9	26,5	25,0	26,3	25,9	25,5	25,1	26,0	26,2
30	26,2		25,2	27,6	26,9	26,0	26,6	25,8	25,8	24,9	25,4	26,7
31	25,5		26,1		27,3		25,9	25,8		26,5		26,1

Lampiran 9. Data kelembaban udara kota Depok tahun 2010

TGL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	82	88	86	86	79	88	85	82	86	86	74	86
2	84	88	84	74	82	84	87	84	86	90	76	85
3	84	89	83	81	76	84	89	86	87	94	74	83
4	83	91	88	82	80	88	86	87	81	84	92	87

5	84	88	89	87	80	87	86	89	87	89	85	86
6	85	86	86	85	80	88	85	87	96	90	78	90
7	87	89	88	74	80	86	87	83	89	88	86	89
8	89	90	89	83	90	94	89	82	87	90	85	89
9	90	89	90	79	83	85	82	87	86	87	78	78
10	89	85	83	79	87	87	78	83	85	69	81	88
11	85	91	91	82	87	84	82	80	88	62	83	87
12	85	84	84	80	89	85	82	81	79	68	87	79
13	90	93	86	79	90	78	85	83	88	79	88	73
14	95	92	84	85	88	83	83	79	86	94	85	92
15	90	86	85	80	82	88	80	88	96	86	85	83
16	92	90	88	85	97	94	84	91	86	79	88	85
17	93	89	88	80	85	91	87	88	88	84	86	88
18	79	89	86	76	82	87	92	84	83	87	88	87
19	90	92	84	78	81	89	90	82	84	82	85	82
20	92	87	86	77	90	82	78	84	87	83	86	82
21	85	82	87	80	83	81	89	85	91	88	85	84
22	96	87	82	79	83	80	77	77	87	88	82	88
23	88	86	88	79	86	81	77	82	87	88	91	90
24	88	89	86	82	90	88	72	87	89	94	86	83
25	88	91	85	73	85	86	77	82	86	89	85	79
26	89	81	83	79	86	86	83	80	85	94	84	79
27	89	84	84	78	81	83	93	87	85	87	95	72
28	90	84	90	75	80	87	80	90	79	95	89	78
29	82		88	82	84	90	86	82	88	89	84	76
30	88		87	79	80	83	79	81	84	91	89	71
31	92		82		78		80	81		81		81

Lampiran 10. Data perhitungan berat uap air per luas permukaan *ducting* selama pengujian tanggal 17, 19, dan 21 Desember 2011

Tanggal 17-12-2011

Berat Ducting (kg)	Jam	Luas permukaan ducting (m ²)	Berat uap air perjam (kg/m ²)
0,014	8	3,83708	0,003648608
0,002	9	3,83708	0,00052123
0	10	3,83708	0
-0,002	11	3,83708	-0,00052123

0	12	3,83708	0
-0,01	13	3,83708	-0,002606148
0,012	14	3,83708	0,003127378
-0,012	15	3,83708	-0,003127378
0	16	3,83708	0
Total =			0,001042459
Berat Total perjam =			0,000130307
Δ berat uap air/luas permukaan ducting			3,396E-05

Tanggal 19-12-2011

Berat Ducting (kg)	Jam	Luas permukaan ducting (m ²)	Berat uap air perjam (m ²)
0,014	9	3,83708	0,003648608
0,002	10	3,83708	0,00052123
0	11	3,83708	0
0	12	3,83708	0
0	13	3,83708	0
0	13.20	3,83708	0
Total =			0,004169837
Berat Total perjam =			0,000992818
Δ berat uap air/luas permukaan ducting			0,000258743

Tanggal 21-12-2011

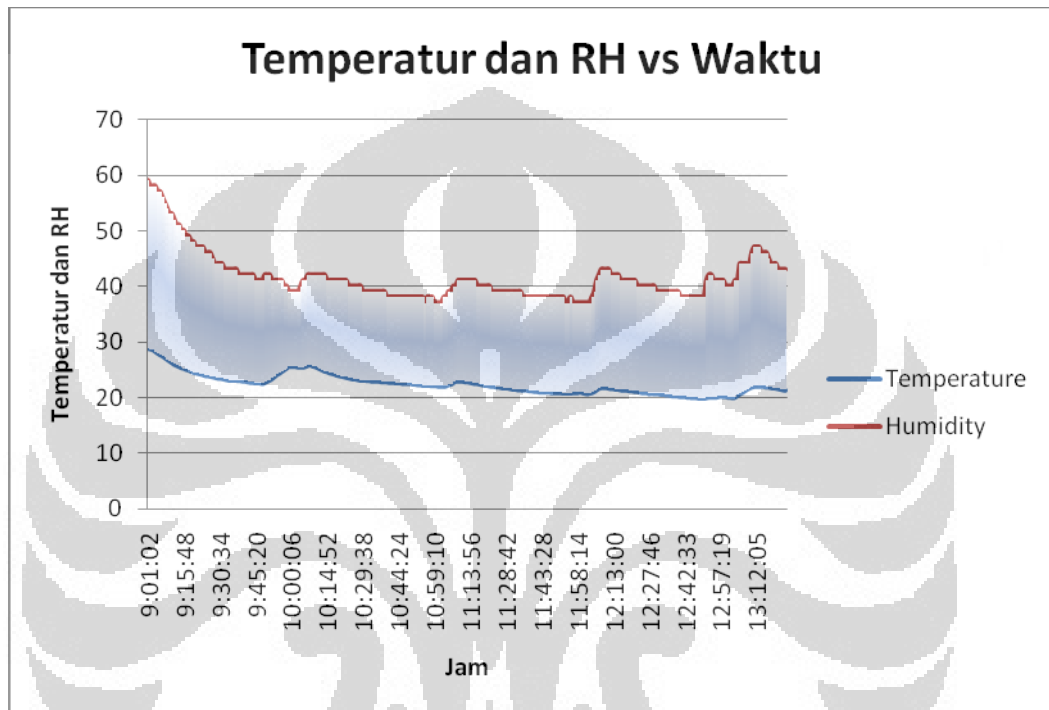
Berat Ducting (kg)	Jam	Luas permukaan ducting (m ²)	Berat uap air perjam (kg/m ²)
0,014	10	3,83708	0,003648608
0,002	11	3,83708	0,00052123
0	12	3,83708	0
0	13	3,83708	0
0	14	3,83708	0
Total =			0,004169837
Berat Total perjam =			0,001042459
Δ berat uap air/luas permukaan ducting			0,00027168

Data perhitungan luas permukaan *Ducting*

Ducting		luas permukaan tabung (m ²)	luas orifice (m ²)	luas permukaan total (m ²)
panjang	3m	3,8936		
diameter	0,2m			

diameter orifice	0,02m	0,000628	
			3,83708

Lampiran 11. Contoh grafik temperatur dan kelembaban dari penggunaan TFD 128 pada tanggal 19 Desember 2011



Filename: Gabungan Skripsi.doc
Directory: D:\college\beef\semester 11\SKRIPSI\TUGAS
AKHIR\GABUNGAN
Template: C:\Users\TOSHIBA\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: FERI ARDI
Keywords:
Comments:
Creation Date: 21/01/2012 2:10:00
Change Number: 37
Last Saved On: 02/02/2012 22:36:00
Last Saved By: TOSHIBA
Total Editing Time: 132 Minutes
Last Printed On: 02/02/2012 22:39:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 87
Number of Words: 14.736 (approx.)
Number of Characters: 81.643 (approx.)

