

RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT TEKNIS (RKS)

Pekerjaan Instalasi Tata Udara

1.00.0 KETENTUAN UMUM SISTEM VENTILASI MEKANIS

1.01.0 Umum

Pasal-pasal dibawah ini menjelaskan secara umum ketentuan-ketentuan yang perlu diikuti untuk semua bagian-bagian yang dalam pelaksanaannya berhubungan dengan Instalasi Air Conditioning. Gambar-gambar dan spesifikasi adalah ketentuan spesifik yang saling melengkapi dan sama mengikatnya.

1.02.0 Publikasi, Code dan Standard

Publikasi, code dan standard yang berlaku di Indonesia wajib dijadikan pedoman untuk instalasi maupun peralatan. Untuk publikasi, code atau standard yang belum ada di Indonesia, kontraktor wajib mengikuti standard code atau publikasi International yang berlaku dan merupakan edisi terakhir antara lain seperti :

- PUIL 2011.
- ASHRAE - guide and data book.
- NFPA - 90 A.
- ARI.
- AMCA.
- Dan lain-lain standard yang berlaku untuk bagian-bagian peralatan yang belum tercantum di atas.

1.03.0 Instalasi

1 Umum

Semua peralatan dan alat Bantu harus dipasang sesuai dengan cara-cara pemasangan yang secara teknis praktis, baik dan dapat dipertanggung-jawabkan sesuai dengan petunjuk dan instruksi pada brosur atau publikasi yang dikeluarkan pabrik dari peralatan ataupun alat-alat bantu tersebut.

2 Landasan Peralatan

- a. Semua landasan untuk peralatan dan motor, ukurannya sedemikian rupa sehingga tidak ada bagian peralatan maupun motor yang berada diluar landasan.
- b. Landasan berupa rangka dari struktur beam atau besi kanal yang dilas. Ketinggian besi kanal / beam adalah 150 mm untuk panjang span 1.8 m, dan 1/12 dari panjang span kanal / beam bila melebihi panjang 1.8 m.

Suatu kanal / beam diagonal perlu ditambahkan bila ukuran landasan melebihi panjang 2.5 m.

- c. Dibutuhkan minimum 4 bumper untuk peralatan yang beratnya kurang dari 900 kg dan 8 bumper untuk peralatan yang beratnya lebih dari 900 kg. Berat peralatan diartikan berat dalam operasinya ditambah berat landasan.

3 Platforms

Untuk peralatan yang menggantung dan duduk pada suatu platform, maka platform harus diperkuat dengan suatu frame besi siku yang dilas atau dibautkan, atau dikeling ke frame sehingga cukup kuat, kaku dan tidak bergetar dalam operasinya.

1.04.0 Pencapaian Peralatan untuk Service

- 1 Semua peralatan ataupun peralatan bantu dalam prinsip pemasangannya harus mudah untuk bisa diamati, di service dan mudah dicapai dalam perbaikan, termasuk juga accessories pipa dan duct seperti valve, trap, clean out, damper, filter, venting dan lain-lain. Untuk itu Kontraktor dalam pemasangannya wajib memperhatikan posisi yang terbaik dari peralatan dan accessories tersebut, sehingga tujuan yang dimaksud tercapai.
- 2 Disamping itu Kontraktor juga harus mengusulkan kepada Direksi (bila belum ditunjukkan pada gambar) pintu-pintu service (access panel), untuk setiap peralatan dan accessories yang berada dalam shaft atau ceiling yang memerlukannya, beserta ukuran dan lokasi yang tepat.
- 3 Bila dalam gambar rencana sudah ditunjukkan ada access panel yang diperlukan, maka penggeseran untuk posisi yang tepat dari access panel tersebut sehubungan dengan letak peralatan / accessories dan kaitannya dengan arsitek / interior perlu dibicarakan dengan Direksi untuk disetujui.

1.05.0 Perlindungan Peralatan dan Bahan

Menjadi tanggung jawab dan keharusan bagi Kontraktor untuk melindungi peralatan-peralatan, bahan-bahan baik yang sudah atau belum terpasang bila diperkirakan bisa rusak, cacat atau mengganggu situasi sekitarnya ataupun oleh alam (hujan, debu, pasir, lembab) ataupun oleh bahan-bahan kimia sekitarnya. Sebelum penyerahan, instalasi seperti peralatan-peralatan fixtures dan lain-lain, dibersihkan atau dites dan di-adjust kembali untuk membuktikan bahwa peralatan dan bahan beroperasi dengan baik.

Peralatan dan bahan yang rusak atau cacat karena tidak dilakukan perlindungan yang benar adalah merupakan bagian instalasi yang tidak bisa diterima (serah terima belum 100%).

1.06.0 Pengecatan

Semua bagian-bagian pekerjaan yang menyangkut carbon steel yang tidak di galvanis harus dicat dasar dan cat finish. Sebelum pengecatan dilakukan, bagian-bagian harus bebas dari grease, minyak dan segala kotoran yang melekat. Urut-urutan pengecatan adalah cat dasar anti karat dan cat finish terdiri atas 2 lapis cat copolymer. Untuk peralatan-peralatan yang cat pabriknya rusak / cacat dalam pengangkutan, penyimpanan dan lain sebagainya, maka harus dicat kembali sesuai aslinya atau warna yang ditentukan Direksi. Dan juga diberikan Marine Coating untuk material dan support yang berada di outdoor atau area luar.

1.07.0 Anti Karat

- 1 Semua peralatan bantu instalasi, yang berasal dari besi dan sebelumnya tidak diperlakukan untuk anti karat (semacam penggantung, dudukan, landasan, flens dan lain sebagainya) harus dicat dengan cat anti karat, yaitu zinchromate dan selanjutnya cat finish dengan warna dan jenis cat yang ditentukan Direksi.
- 2 Semua baut, mur dan washer haruslah zinc electroplated.
- 3 Vibration isolation harus dari jenis yang tahan karat. Bila vibration isolator berada di udara terbuka (kena hujan) maka harus tahan karat dan selanjutnya dilapis PVC coat dan bituminous paint.
- 4 Landasan penyangga peralatan (steel bases), seluruhnya harus bersih dan bebas las-lasan, di cat dasar dengan zinchromate dan cat akhir (finish) 2 lapis.

1.08.0 Nama / Penomoran Peralatan dan Accessories

Semua peralatan terpasang dan accessories-nya harus diberi code nama peralatan dan nomor, sesuai seperti yang dicantumkan pada daftar peralatan atau data sheet atau sebagai tercantum pada gambar rencana. Bila ada peralatan atau accessories yang belum mempunyai code nama dan nomor, Kontraktor wajib mengusulkan kepada Direksi dan semua ini sudah harus tercantum dalam as-built drawing.

2.00.0 PERSYARATAN TEKNIS PERALATAN DAN INSTALASI

2.01.0 Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan instalasi ini meliputi seluruh pekerjaan pengadaan dan pemasangan Instalasi Ventilasi Mekanis (Mechanical Ventilation) secara lengkap termasuk semua perlengkapan dan sarana penunjangnya, sehingga diperoleh suatu instalasi yang lengkap dan baik serta diuji dengan seksama dan siap untuk dipergunakan.

Lingkup pekerjaan instalasi ini secara garis besarnya adalah sebagai berikut :

- 1 Pengadaan dan pemasangan seluruh instalasi ducting grille, diffuser, volume damper, louver dan accessoriesnya sesuai gambar perencanaan..
- 2 Pengadaan dan pemasangan seluruh instalasi pemipaan refrigerant (liquid & gas) dan pipa condensat.
- 3 Pengadaan dan pemasangan seluruh instalasi daya listrik dan kontrol yang berkaitan dengan unit ventilasi.
- 4 Melaksanakan pekerjaan Testing, Adjusting dan Balancing dari semua instalasi yang terpasang, sehingga instalasi bekerja dengan sempurna, sesuai dengan kriteria-kriteria design.
- 5 Pengadaan dan pemasangan semua pekerjaan sipil yang diperlukan untuk instalasi ini seperti yang tercantum dan diuraikan dalam dokumen ini.
- 6 Perbaiki kembali semua kerusakan dan finishing yang diakibatkan oleh pekerjaan instalasi ini.
- 7 Mendidik petugas-petugas yang ditunjuk oleh Pemilik mengenai cara-cara menjalankan dan memelihara instalasi ini, sehingga petugas tersebut betul-betul dapat menjalankan dan memelihara instalasi dengan benar.
- 8 Menyerahkan gambar-gambar, buku petunjuk cara menjalankan dan memelihara serta data teknis lengkap peralatan instalasi yang terpasang.
- 9 Mengadakan pemeliharaan instalasi ini secara berkala selama masa pemeliharaan.
- 10 Memberikan garansi terhadap mesin / peralatan yang terpasang selama 1 tahun dan Performance Garanty minimum 1 tahun.

- 11 Melakukan pekerjaan atau ketentuan lain yang tercantum dalam dokumen ini beserta addendumnya.

2.02.0 Persetujuan Material, Peralatan dan Dokumen Yang Diserahkan

1 Umum

Dalam jangka waktu 15 hari kalender setelah menerima SPK, dan sebelum memulai pekerjaan instalasi peralatan ataupun material, Kontraktor instalasi harus menyerahkan shop drawing, daftar peralatan dan bahan yang akan digunakan pada Proyek ini untuk disetujui oleh Pemberi Tugas / MK dan bila perlu dari Konsultan Perencana. Pemberi Tugas / MK tidak bertanggung jawab atas contoh bahan yang akan dipakai dan semua biaya yang berkenaan dengan penyerahan dan pengambilan contoh / dokumen ini.

2 Shop Drawings

Kontraktor instalasi harus mengajukan gambar kerja berikut detail dan potongan yang diperlukan untuk diperiksa dan disetujui. Dengan mengajukan gambar-gambar kerja ini berarti Kontraktor sudah mempelajari keadaan setempat / lapangan, gambar-gambar Struktur, Arsitek, Interior maupun gambar-gambar instalasi lainnya.

3 Daftar Peralatan dan Bahan

Suatu daftar yang lengkap untuk peralatan dan bahan yang akan digunakan pada Proyek ini harus diserahkan untuk mendapat persetujuan Pemberi Tugas / MK dan Konsultan Perencana dengan dilampiri brosur-brosur yang lengkap dengan data-data teknis, performance dari peralatan. Daftar peralatan dan bahan yang diajukan harus memenuhi sesuai dengan spesifikasi.

4 Seleksi Data

Untuk persetujuan bahan dan peralatan, Kontraktor harus melengkapi dengan seleksi data dan menyerahkan dalam rangkap 3 (tiga) atau ditentukan kemudian. Kontraktor harus menunjukkan dalam brosur unit yang dipilih dengan memberi indikasi dengan stabilo. Data-data pemilihan meliputi :

- Manufacturer Data
Meliputi brosur-brosur, spesifikasi dan informasi-informasi yang tercetak jelas cukup detail sehubungan dengan pemenuhan spesifikasi.
- Performance Data
Data-data kemampuan dari unit yang terbaca dari suatu tabel atau curva yang meliputi informasi yang diperlukan dalam menseleksi peralatan-peralatan lain yang ada kaitannya dengan unit tersebut.
- Quality Assurance

Suatu pembuktian dari Pabrik atau Supplier setempat terhadap kualitas dari unit berupa produk dari unit ini sudah diproduksi beberapa tahun, telah terpasang di beberapa lokasi, dan telah beroperasi dalam jangka waktu tertentu dengan baik.

2.03.0 Material

- 1 Pelaksanaan pekerjaan harus menjamin seluruh unit peralatan yang didatangkan adalah baru, asli / original dari defective material, improper, poor workmanship dan menjamin terhadap kualitas sesuai dengan spesifikasi teknis dan ketentuan-ketentuan yang berlaku.
- 2 Setiap material atau peralatan yang tidak memenuhi spesifikasi teknis harus diganti dengan yang sesuai dalam waktu secepatnya yang akan ditentukan lebih lanjut oleh Pemberi Tugas / MK dan Perencanaan.
- 3 Seluruh biaya yang timbul akibat penggantian material / peralatan termasuk keterlambatan waktu menjadi tanggungan / beban pelaksana pekerjaan.

2.04.0 Tenaga Pelaksana

Pekerjaan harus dilaksanakan dengan baik oleh orang / tenaga-tenaga ahli dalam bidangnya dan tenaga ahli khusus bila diperlukan sesuai dengan produk (principal) yang digunakan, agar dapat memberikan hasil kerja yang terbaik dan rapi.

2.05.0 Rekomendasi

Pada dasarnya pengurusan dan biaya rekomendasi hasil pekerjaan oleh instansi yang berwenang menjadi tanggung jawab dari Kontraktor terkait.

2.06.0 Proteksi

Seluruh material dan peralatan harus dengan sebenarnya diproteksi secara memadai oleh Kontraktor sebelum, selama dan sesudah pengerjaan (masa pemeliharaan) material dan peralatan yang mengalami kerusakan akibat dari pemasangan yang ceroboh dan proteksi yang tidak memadai, harus diganti oleh Kontraktor.

2.07.0 Pembersihan Lapangan

Sebelum, selama dan setelah pelaksanaan pekerjaan Kontraktor berkewajiban menjaga kebersihan lokasi kerja dan serta harus membersihkan kembali kotoran dan puing akibat pekerjaan proyek dengan biaya Kontraktor.

2.08.0 Perbedaan Interpretasi

Apabila terjadi kesalahan atau perbedaan interpretasi atau adanya klausul yang berlainan ataupun bertentangan antara spesifikasi teknis, gambar perencanaan atau informasi-informasi resmi lainnya didalam dokumen ini, maka yang menjadi pegangan adalah kausal yang mempunyai nilai teknis terbaik, butir ini berlaku terhadap (bila terjadi) adanya butir yang satu mengecilkan nilai teknis atau menghilangkan butir yang lain.

2.09.0 Listrik Kerja, Air Kerja dan Kantor Kerja

Adalah menjadi kewajiban bagi Kontraktor untuk menyediakan kebutuhan kantor proyek dan bedeng kerja dengan mendapat ijin terlebih dulu dari Konsultan Pengawas, Pemberi Tugas / MK. Listrik kerja dan air kerja menjadi tanggung jawab Kontraktor.

2.10.0 Kebersihan, Ketertiban dan Keamanan (K.3)

- 1 Menjadi kewajiban Kontraktor untuk menyediakan petugas keamanan proyek untuk mengawasi keamanan lingkungan kerja dan peralatan serta material masing-masing pekerjaan. Dalam pelaksanaan dilapangan harus berkoordinasi dengan Konsultan Pengawas.
- 2 Kontraktor harus menempatkan petugas khusus yang bertugas sebagai koordinator K3 untuk masing-masing pekerjaan.
- 3 Kontraktor harus menempatkan alat khusus pemadam kebakaran ringan pada tiap-tiap lokasi kerja untuk mencegah terjadinya kebakaran.

2.11.0 Peninjauan ke Tapak / Site

- 1 Menjadi keharusan bagi kontraktor untuk melakukan peninjauan ke tapak dan mengetahui keadaan lapangan serta bangunan-bangunan yang akan dibangun.
- 2 Perlu pula diperhatikan oleh Kontraktor, sejauh mana keadaan serta instalasi dan lain-lain dari setiap bangunan dan tapak / site yang dalam hal ini mempunyai hubungan atau memberi akibat kepada material dan sistem yang akan ditawarkan atau akan dipasang didalam paket pekerjaan.

2.12.0 Certificate of Origin dan Jaminan Sparepart

- 1 Kontraktor wajib menunjukkan certificate of origin, bill of lading serta dokumen lainnya yang terkait (produk impor) untuk material-material utama sebagai bukti keaslian yang dikeluarkan dari pabrik pembuat pada saat pengajuannya, dan menyerahkan pada saat serah terima.
- 2 Kontraktor dan / atau supplier wajib memberikan jaminan keberadaan sparepart dipasaran untuk material-material utama selama minimal 10 tahun.

2.13.0 Sertifikat Las

Kontraktor harus menyediakan tenaga las bersertifikat yang masih berlaku dan diterbitkan oleh DEPNAKER (atau instansi yang berwenang). Sebelum melaksanakan pekerjaan las, pekerja las harus menunjukkan hasil kerja las dalam kondisi dan jumlah yang akan ditentukan oleh Pemberi Tugas / MK serta diuji dengan X-ray pada instansi independent (jika diperlukan).

2.16.0 Fan

1 Lingkup Pekerjaan

Pengadaan dan pemasangan peralatan ventilasi (fan) untuk proyek ini seperti yang ditunjukkan dalam gambar-gambar rencana yang melengkapi dokumen ini.

2 Deskripsi Umum

Spesifikasi teknis yang diuraikan dibawah ini, adalah sebagai kebutuhan dasar yang harus diikuti. Sedangkan ketentuan-ketentuan spesifik terhadap type, kemampuan (performance) peralatan, kelengkapan dan lainnya dapat dilihat pada lembar gambar rencana "daftar peralatan" ataupun "data sheet" yang menyertai dokumen ini.

- a. Fan harus sudah mendapatkan sertifikat, sesuai standar yang berlaku dinegara dimana fan tersebut dibuat untuk testing dan rating (performance) seperti sebagai contoh AMCA standard 210-74 di Amerika.
- b. Sound pressure level harus dilengkapi dalam DB dengan Re-10E12 watt pada octave band mid frequency 60 s/d 4000 Hz.
- c. Dasarnya semua fan harus mempunyai noise level yang rendah dalam operasinya, dan dalam batas-batas yang normal. DB yang diinginkan maximum 65 dBA, bila suatu unit menghasilkan DB yang lebih tinggi dari 65 dBA, maka harus ditambahkan sound attenuator.

3 Spesifikasi Teknis

- a. Propeller Fan (Wall atau Ceiling Fan)
 - Fan dari type propeller untuk dinding maupun ceiling, kecuali bila dinyatakan ceiling fan dari type centrifugal seperti ditunjukkan dalam gambar atau data sheet.
 - Untuk fan dinding yang berhubungan dengan luar lengkap dengan

automatic shutter dari jenis alumunium (bila ditunjukkan dalam gambar rencana atau data (sheet).

- Untuk fan dinding dengan kapasitas besar dan static pressure tinggi (high pressure fan), rangka fan dari baja yang dicat anti karat dengan impeller dari alumunium diecast.

- Untuk intake fan, bila diperkirakan akan kena air hujan (tempias), harus dipasang canopy lengkap dengan galvanis wire mesh. Bahan canopy dari galvanis sheet BJLS 80.
 - Rangka untuk dudukan fan pada dinding bata, dari bahan kayu jati, dengan baut-baut yang tahan karat.
- b. Axial Fan
- Impeller fan dari type airfoil blade, adjustable pitch.
 - Material fan : long casing-hot dipped galvanized steel - impeller aluminium diecast - shaft - carbon steel - pelumasan grease ball bearing.
 - Fan lengkap dengan counter flens untuk penyambungan ke ducting.
 - Dilengkapi dengan aksesoris bell mouth (inlet cone) bila inlet suction tidak disambungkan ke duct (seperti ditunjukkan dalam gambar atau data sheet).
- c. Pressurized Fan
- Fan start pada saat terjadi general alarm.
 - Pressurized tangga kebakaran dilakukan dengan cara meniupkan udara langsung ke dalam tangga menggunakan Fan yang berada di atas tangga tersebut.
 - Type fan untuk pressurized adalah type Axial Adjustable pitch.
 - Motor fan disupply dari SDP emergency menggunakan kabel tahan api 600-1000 volt minimum 2 jam pada suhu 950°C, konduktor tembaga, isolasi mineral/XLPE
 - Tekanan didalam tangga dijaga agar tidak melebihi 0,2 inch WG / 50 Pa, melalui suatu pengukuran perbedaan tekanan antara tekanan didalam tangga dan di luar tangga menggunakan pressure sensor (PS), Pressure Differential Transmitter (PDT) dan Pressure Control (PC) antara peralatan tersebut di hubungkan dengan kabel kontrol type FRC STP AWG 16 1 pair. Pressure sensor di tempatkan di lantai dasar. Untuk menjaga tekanan tersebut maka Inverter akan mengatur low speed atau high speed fan berdasarkan perintah dari Pressure Control (PC).
 - Untuk melakukan start/stop pressurized fan secara manual maka harus disediakan manual ON / OFF di ruang kontrol.
- d. Sound Attenuators
- Lingkup Pekerjaan
Pengadaan dan pemasangan instalasi sound attenuator pada ducting yang melewati exhaust / supply fan untuk meredam suara.
Master sound attenuators adalah sesuai pengujian dengan standard ASTM-E 84.
 - Penyebaran api – 25.
 - Tingkat / rating pengembangan asap – 0.
 - Kontribusi bahan bakar – 20.

2.17.0 Sistem Pengaturan Kontrol Otomatis

1 Lingkup Pekerjaan

Pengadaan dan pemasangan peralatan sistem kontrol otomatis pada peralatan-peralatan yang memerlukannya, baik seperti yang dituangkan pada gambar rencana, maupun yang tidak dituangkan gambar rencana, tapi merupakan bagian peralatan kontrol yang harus dipasang untuk berfungsinya peralatan tersebut, atau sebagaimana diuraikan pada uraian sistem, sehingga sistem kontrol dapat berfungsi sebagaimana dikehendaki.

2 Uraian Sistem

Sistem Interlock dengan Central Control (FA)

Untuk semua panel listrik yang menggerakkan fan / blower sistem AC maupun ventilasi dimana fan / blower tersebut harus mati atau hidup bila terjadi kebakaran melalui sistem interlock dengan Central Control Fire Alarm (CCFA), maka panel-panel dari fan / blower tersebut harus dilengkapi dengan relay yang akan mematikan / menghidupkan fan / blower tersebut melalui CCFA.

2.18.0 Pekerjaan Ducting BJLS dan PIR

1. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan untuk butir ini adalah pengadaan dan pemasangan (termasuk fabrikasi) pekerjaan duct lengkap dengan isolasi / tanpa isolasi, damper, grilles, register, berikut alat-alat bantu yang menunjang pekerjaan tersebut seperti ditunjukkan dalam gambar rencana yang melengkapi dokumen ini.

- Ducting BJLS digunakan pada seluruh instalasi ducting AC yang menggunakan isolasi maupun yang tidak menggunakan isolasi.
- Sedangkan ducting PIR digunakan sebagai alternative pengganti ducting supply dan return unit AC yang memerlukan isolasi.

2. Publikasi, Standard yang digunakan :

- ASHRAE, the Guide and Data Book.
- SMACNA (sheet metal and air conditioning contractors national association).
- SNI 07-2053-1995 Baja Lembaran Lapis Seng (BJLS).

3. U m u m

- a. Jika tidak diterangkan secara khusus istilah ducting secara umum berarti pekerjaan duct, fitting, damper, support dll, komponen / accessories yang diperlukan untuk melengkapi instalasi ini.

- b. Jalur-jalur ducting yang terlihat pada gambar rencana adalah gambar dasar yang menunjukkan route & ukuran ducting. Kontraktor wajib menyesuaikan dengan keadaan setempat (shop drawing) dan dengan jalur-jalur instalasi lainnya, berikut detail atau potongan-potongan yang diperlukan dan mendapatkan persetujuan dari Direksi / Konsultan sebelum dilaksanakan.
- c. Ukuran seperti yang ditunjukkan pada gambar adalah ukuran bersih dan penampang laluan udara. Jika diperlukan lining untuk ukuran duct tersebut, berarti penampang harus diperbesar sesuai ketebalan lining.
- d. Bahan duct dari BJLS dengan lockforming quality, bending celah "0" (nol).
- e. Material
Material ducting adalah Baja Lembaran Lapis Seng (BJLS) kelas lunak (L), kwalitet 1 (satu) sesuai standard SNI 07-2053-2006 dengan berat nominal lapisan seng 183 gram/m².
- f. Konstruksi Ducting BJLS
 - Konstruksi duct adalah untuk low velocity (low pressure duct) dengan static pressure didalam duct sampai 1" WG atau sampai dengan 2" WG.
 - Konstruksi duct harus mengikuti standard SMACNA, kecuali kalau ditentukan hal-hal yang harus dipenuhi diluar standar tersebut.
 - Hubungan antara dimensi duct dengan pemakaian sheet metal adalah sebagai berikut : (kecuali bila dinyatakan lain pada gambar).
 - Ukuran sisi terpanjang galvanized sheet metal :

Tabel 1 Konstruksi Duct

Sisi duct terlebar	Ukuran BJLS	Type sambungan duct (transvare joint)	Type intermediate reinforcement dan jarak antara transvare joint dan intermediate reinforcement
0" – 12"	50	Drive slip	---
13" – 26"	50	Sambungan flens besi siku 1" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1" x 1/8" jarak antara 60"
27" – 36"	60	Sambungan flens besi siku 1" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1" x 1/8" jarak antara 60"
37" – 42"	60	Sambungan flens besi siku 1" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1" x 1/8" jarak antara 60"
43" – 48"	60	Sambungan flens besi siku 1" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1" x 1/8" jarak antara 60"
49" – 54"	80	Sambungan flens besi siku 1" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1" x 1/8" jarak antara 60"

55" – 60"	80	Sambungan flens besi siku 1 ¼" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1 ½" x 1/8" jarak antara 60"
61" – 72"	80	Sambungan flens besi siku 1 ¼" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1 ½" x 3/16" jarak antara 30"
73" – 84"	100	Sambungan flens besi siku 1 ½" x 1/8" pada semua sisi	Besi siku 1 ½" x 3/16" jarak antara 30"
85" – 96"	100	Sambungan flens besi siku 1 ½" x 3/16" pada semua sisi	Besi siku 1 ½" x 3/16" jarak antara 30"
97" – keatas	120	Sambungan flens besi siku 1 ½" x 1 ¼" pada semua sisi	Besi siku 2" x ¼" jarak antara 30"

Notes : □ Ukuran BJLS yang digunakan adalah sama untuk semua sisi.

- Jarak antara intermediate reinforcement adalah jarak antara sambungan ke sambungan, atau sambungan ke intermediate atau intermediate ke intermediate.

- Semua sambungan ducting (sambungan flange, slip joint, pits burg lock seam dan lain-lain) harus betul-betul rapat udara dengan menggunakan sealant yang mencegah terjadinya kebocoran udara.
- Percabangan (take off) harus memakai splitter damper yang dapat diatur dan dikunci pada kedudukannya.
- Reducer (transition), kemiringan duct dibuat tidak lebih dari 14°.
- Jika dimensi dari kedua ujung duct berlainan maka untuk ketebalan ducting (jenis BJLS) diambil berdasarkan ukuran ujung terbesar.

- Penggantung Duct

Cara penggantungan duct harus sedemikian rupa sehingga praktis tidak terjadi lendutan-lendutan getaran-getaran dan deformasi.

- Persyaratan penggantungan harus mengikuti :

Ukuran Duct	Penggantung Besi	Trapeze Siku	Jarak
s/d 12"	iron rod Ø 5/16"	25 x 25 x 3	2 m
s/d 30"	iron rod Ø 5/16"	30 x 30 x 3	2 m
s/d 54"	iron rod Ø 3/8"	40 x 40 x 3	1.5 m
s/d 84"	iron rod Ø 1/2"	40 x 40 x 3	1.5 m
85 s/d keatas		40 x 40 x 5	1.5 m

- Elbow, dibuat sesuai gambar spesifikasi atau gambar detail.
- Semua elbow harus dari type full radius elbow, jari-jari dalam (R t) sama dengan lebar duct. Untuk keadaan dimana harus menggunakan short radius elbow (R t lebih kecil dari lebar duct) harus memakai

turning vanes. Turning vanes jumlah dan posisinya ditentukan dengan chart logaritma atas dasar (RT) / (RH). Untuk elbow tegak lurus harus memakai guide vanes double thickness, sesuai gambar detail. Untuk mengikat konstruksi penggantung ke beton dipergunakan ramset / dynabolt.

- Sambungan Flexible
 - Panjang flexible connection tak lebih dari 20 cm dan tidak menimbulkan kebocoran pada sambungan.
 - Cara pemasangan harus dalam satu garis lurus sedemikian rupa, sehingga tidak menyebabkan pengecilan luas penampang.
- Alumunium Flexible Round Duct
 Alumunium flexible round duct dari type 2 lapis alumunium laminate encapsulating dengan steel spring helix dan wire spacing 2 mm jenis fire resistance. Tekanan kerja max. 5 inch H₂O. Flexible duct ke peralatan memakai klem khusus (quick klem) dari bahan plastic.

g. Alternatif konstruksi Ducting Non BJLS (PIR)

- Konstruksi duct adalah untuk low velocity (low pressure duct) dengan static pressure didalam duct sampai 1" WG atau sampai dengan 2" WG.
- Bahan : Polyisocyanurate yang pada kedua sisinya dilapis dengan alumunium foil berlogo, yang dicoating anti bakteri
- Ketebalan panel : 20 mm
- Ketebalan alumunium : 80 mikron (0.08 mm)
- Density dari polyurethane : $52 \pm 2 \text{ kg/m}^3$
- Tahanan tekanan : 200 N/mm^2
- Konduktivitas panas : $0.0117 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
- Ketahanan api : Class O (terbakar tapi tidak merambatkan api)
- Koefisien gesek : 0.0135
- Berat : 1.4 kg/m^2
- Suhu optimal penggunaan : -60 sampai dengan +80 $^\circ\text{C}$
- Kelembaban : 0 – 100%
- Tekanan max. dalam duct : 2000 Pa
- Air flow max. : 12 m/s
- Ramah lingkungan.
- List item PU duct works installation.
 - PIR duct : Duct panel tebal 25 mm, density : 52 kg/m^3
 - Installation :
 - * Sambungan antar ducting PIR menggunakan PVC invisible flange

- * Sambungan antar ducting dengan grille menggunakan PVC invisible flange
- * Sambungan antar ducting dengan volume damper menggunakan profil "F" section bar aluminium
- * Sambungan antar ducting dengan FCU menggunakan profil chair section bar aluminium dan terpal
- Alat kerja :
 - * Cutting : Pemotongan material PIR lembaran menggunakan 4 buah macam pisau : left jack plane, right jack plane, straight jack plane, V jack plane
 - * Bending : Pembentukan elbow & branch menggunakan alat khusus yaitu manual bending tool
- Gluing : Penyambungan antar bagian PIR duct dan pemasangan invisible flange menggunakan lem khusus dengan ditambahkan aluminium tape.
- Sealant : Sealant diberikan pada setiap sudut bagian dalam ducting untuk menambahkan kemampuan menahan kebocoran
- Support / hanger : Bahan penggantung besi siku (zincromate) dan as drat galvanized

Bentangan	Bahan hanger / support	Jarak max.
< 0.8 m	Besi siku 30 x 30 x 3 dan as drat galvanized \varnothing 8 mm	4 m
> 0.8 m	Besi siku 40 x 40 x 4 dan as drat galvanized \varnothing 8 / 10 mm	2 m

Setiap elbow minimum 2 gantungan (sebelum dan sesudah) elbow. Setiap percabangan (branch) minimum 1 gantungan untuk main duct dan 1 gantungan pada tiap-tiap cabangnya.

- Reinforcement : Reinforcement (penguat) ducting tambahan akan diberikan sesuai dengan ukuran dan tekanan udara dalam ducting. Penguat menggunakan accessories shaped disk aluminium dan reinforcement bar aluminium.
- Run test : Akan dilakukan beberapa test, antara lain :
 - * Leaking test : Test kebocoran menggunakan lampu dari dalam ducting kemudian diamati dari luar apakah ada cahaya yang tembus, apabila tidak ada cahaya maka ducting ok
 - * Noise test : Test kebisingan suara

- * Vibration test : Test vibrasi yang ditimbulkan oleh getaran FCU
- * Pemeriksaan kekuatan support

Tabel kebutuhan reinforcement :

Wide	Static Pressure Inside Duct													
of	0-300 Pa		300-450 Pa		450-600 Pa		600-750 Pa		750-1000 Pa		1000-1500 Pa		1500-2000 Pa	
duct (mm)	rei nfo r- ce me nt	Spac e betw een (mm)	rei nfo r- ce me nt	Spac e betw een (mm)	rei nfo r- ce me nt	Spac e betw een (mm)	rei nfo r- ce me nt	Spac e betw een (mm)	rei nfo r- ce me nt	Spac e betw een (mm)	rei nfo r- ce me nt	Space betwe en (mm)	rei nfo r- ce me nt	Space betwe en (mm)
0-400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400-500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1200	1	1200
500-600	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1200	1	1200	1	1200
600-700	-	-	-	-	-	-	1	1200	1	1200	1	1200	2	1500
700-800	-	-	1	1500	1	1200	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500
800-900	1	1500	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500
900-1000	1	1200	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500
1000-1100	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500
1100-1200	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500
1200-1300	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	800	2	800
1300-1400	1	1200	1	1200	2	1500	2	1500	2	1500	2	800	2	800
1400-1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	800	2	800
1500-1600	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	1500	2	800	2	800
1600-	2	1200	2	1200	2	1200	2	1500	2	1500	2	800	2	800

h. Grille, Register, Diffuser

- Diffuser, grille & register harus terbuat dari bahan aluminium anodized profile dan ex. lokal. Pemasangan diffuser / grille ke plafond harus memakai rubber sponge tebal 6 mm.
- Warna untuk diffuser, grille dan register di-anodized dengan warna akan ditentukan kemudian oleh Arsitek / Direksi.
- Grille sama seperti supply register dalam konstruksinya, tanpa memakai volume damper.
- Damper dari diffuser / register adalah galvanized iron sheet BJLS 80 type "opposed blade damper". Finishing : dicat hitam. Konstruksi hendaknya cukup kaku dan tidak bergetar karena aliran udara, serta dapat dikunci pada kedudukan yang dikehendaki.
- Tidak dibenarkan memakai baut pada permukaan dari diffuser / grille / register.

i. Plenum

- Plenum sesuai dengan dimensinya harus menggunakan material (BJLS) sesuai dengan ketentuan yang tersebut terdahulu.
- Seluruh sisi plenum harus diperkuat dengan besi siku 40 x 40 x 3 dan kalau perlu memakai bracing pada sisi yang paling panjang.
- Plenum dilengkapi juga dengan isolasi dalam, sehingga dapat meredam noise yang keluar dari unit.

j. Dampers

- Volume dampers harus type opposed multi blade damper.
- Volume damper yang terpasang di-duct, konstruksi damper dari bahan BJLS 140 dan yang berada pada terminal udara (diffuser) dari bahan BJLS 80. Poros damper terikat pada baja bulat diameter 10 mm.
- Volume damper yang terpasang di-duct harus dilengkapi dengan petunjuk besarnya bukaan damper dan dapat dikunci pada kedudukan yang diinginkan.

k. Louver

Louver dari bahan galvanized atau aluminium sesuai seperti ditentukan pada gambar, dengan ketebalan 1 mm. Setiap pemasangan louver harus dilengkapi dengan bird (insect) screen pada bagian dalamnya. Luas efektif louver harus lebih besar dari 50% luas permukaan.

l. Pembersihan Saluran Ducting

Dinding bagian dalam saluran ducting harus dibersihkan dari debu yang melekat atau menempel dengan alat pembersih yang dibasahi (alat pembersih harus dari jenis yang tidak meninggalkan debu atau serat kapas/benang/debu) dengan cara membersihkan lembar per lembar sebelum dibentuk menjadi saluran ducting.

2.21.0 Pekerjaan Listrik / Kontrol

1 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan untuk elektrikal / kontrol ini adalah pengadaan dan pemasangan seluruh instalasi listrik (termasuk motor listrik) pengkabelan, panel-panel dan instrumentasi kontrol seperti yang ditunjukkan pada gambar-gambar rencana / diagram yang melengkapi dokumen ini.

2 Umum

Seperti yang ditunjukkan dalam gambar rencana, jalur-jalur kabel dan perletakan panel dan motor seperti yang tercantum adalah gambar dasar yang menunjukkan route, lokasi panel perletakan instrument kontrol. Kontraktor wajib menyesuaikan dengan keadaan setempat (shop drawing) dan dengan jalur-jalur instalasi lainnya berikut detail-detail yang diperlukan untuk mendapatkan persetujuan MK / Pengawas.

Kontraktor wajib mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku yang dikeluarkan oleh :

- Perusahaan listrik negara (PLN).
- Lembaga masalah ketenagaan (LMK).
- Dinas pemadam kebakaran.

- Lembaga pengujian bahan.
- Dinas keselamatan kerja.

3 Spesifikasi Teknis

a. Peralatan Listrik

- Motor Listrik

Motor Fan :

- Jenis motor squirrel gauge induction motor.
- 3 ph / 380 volt / 50 Hz.
- Insulation class F.
- Tipe pengaman, totally enclosed fan cooled (TEFC) IP 55.

Semua motor listrik yang digunakan untuk proyek ini mempunyai power faktor minimum 0.8 putaran motor maximum 1450 rpm (untuk motor-motor tersebut. Motor-motor yang digunakan disini harus sudah memenuhi standard NEMA (Amerika), B.S (Inggris), DIN (Jerman) & JIS (Jepang).

- Panel

- Semua komponen-komponen yang dipergunakan untuk panel tenaga dan panel-panel kontrol sebaiknya harus dari merek yang sama yang digunakan pada instalasi listrik. Dalam penawaran harus disebutkan pembuat panel dan merk komponen yang digunakan.
- Panel-panel tenaga harus dibuat dari plat besi setebal 2 mm, dilengkapi dengan kunci yale atau setaraf pengecatan dengan cat dasar dan duco minimum 2 kali. Warna finishing ditentukan kemudian.
- Panel-panel yang bukan berasal langsung dari produk peralatan tertentu yaitu panel-panel yang dirakit disini haruslah berasal dari pembuat panel khusus, untuk merk komponen yang dipakai.
- Tiap-tiap panel dan unit mesin harus di grounded. Tahanan pentanahan harus lebih kecil dari 3 ohm, diukur setelah minimum tidak hujan 2 hari.

- Panel Starter

- Panel starter harus dilengkapi dengan pilot lamp (green, red, white), voltmeter serta ampermeter dengan selector switch untuk 3 phase, plat nama untuk peralatan yang dilayani serta push button ON, OFF dan disconnecting switch bila memakai remote star stop.

- Inverter (Variable Speed Drive)

- Dilengkapi dengan EMC solution.
- Dapat dikontrol dari PC central, PLC atau built in PLC atau BMS.
- Dilengkapi dengan display yang cukup luas, guna keperluan status / fault, fungsi proteksi dan run variables.
- Input frequency 48 s/d 62 Hz.
- Output voltage / frequency 0 s/d supply voltage / 0 s/d 20 Hz.

- Analog input / output 0 – 5 V, 0 – 10 volt, 4 – 20 mA, 0 – 20mA.
- Voltage toleransi – 15% s/d 10%.

b. Wiring

- Wiring untuk instalasi listrik dan control harus dipasang dalam metal conduit JIS standard.
- Wiring diagram hendaknya disesuaikan dengan kebutuhan peralatan AC yang bersangkutan.
- Kabel yang dipasang didalam tanah, jenis NYFGbY harus dipasang sekurang-kurangnya sedalam 75 cm dengan pasir sebagai alas dan pelindung, lalu dilindungi dengan batu pelindung sebelum di urug kembali.
- Pada route kabel, tiap-tiap 50 m dan setiap belokan supaya diberi tanda adanya galian kabel dan tanda arah kabel.
- Untuk kabel yang menyeberangi selokan, jalan raya atau instalasi lainnya, harus dilindungi dengan pipa galvanis.
- Ditiap tarikan kabel tidak boleh ada sambungan.
- Jari-jari pembelokan kabel, hendaknya minimum 15 kali diameter kabel.
- Menghubungkan kabel pada terminal harus menggunakan "kabel schoen" harus kabel 25 mm keatas pemasangan "kabel schoen" harus menggunakan timah pateri lalu di-pres hydraulis.
- Ukuran-ukuran lebih kecil cukup dengantang press tangan.
- Setiap kabel yang menuju terminal peralatan harus dilindungi memakai metal flexible conduit.
- Kabel yang dipasang pada dinding luar haru memakai metal conduit dan diklem rapi ke dinding memakai klem pipa.
- Kabel-kabel yang digantung pada plat beton harus memakai klem penggantung dan wire rod yang diramset ke beton.
- Kabel yang dapat digunakan adalah buatan Kabelmetal, Kabelindo dan Supreme.

2.22.0 Kontrol Kebisingan dan Getaran

1 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan meliputi pengadaan atau pabrikasi dilapangan, pemasangan dan testing dari semua sarana yang berfungsi dalam peredam suara / getaran yang ditimbulkan oleh peralatan yang mengeluarkan suara / getaran baik melalui saluran udara (ducting) udara sekitarnya, pipa ataupun struktur sehingga tercapai tingkat kebisingan dalam ruang yang sesuai dengan kriteria perencanaan.

2 Umum

- a. Kontraktor harus melengkapi sarana untuk peredam suara / getaran dari peralatan yang menimbulkan sumber suara / getaran yang berlebihan sesuai seperti ditunjukkan pada gambar ataupun yang tidak terlihat pada gambar tapi mutlak diperlukan karena noise criteria / getaran yang ditimbulkan oleh unit melebihi dari batasan yang disyaratkan.
- b. Kontraktor harus berkoordinasi dengan Kontraktor lainnya dalam pelaksanaan agar mencegah terjadinya kontak langsung dengan instalasi lainnya maupun struktur yang bisa menjadi sumber penyebar suara / getaran.
- c. Kontraktor bertanggung-jawab memperbaiki tanpa adanya biaya tambahan bila dalam pemasangannya sarana tersebut rusak karena salah dalam pemasangan ataupun pemilihan jenis, maupun ukuran.
- d. Kontraktor bertanggung-jawab dalam memilih ukuran, type dan jenis dari sound attenuator (bila ditunjukkan dalam gambar) sehingga penentuan dynamic insertion loss sesuai dengan kebutuhan demikian juga dengan isolasi getaran untuk masing-masing peralatan yang akan dipasang. Untuk itu Kontraktor harus memberikan data-data kepada pabrik atau supplier baik itu data-data teknis dan kemampuan yang berasal dari peralatan maupun data-data dari lokasi peralatan dan data-data struktur.

3 Spesifikasi Teknis

- a. Isolasi Getaran
 - Peralatan
 - Semua peralatan yang menimbulkan getaran harus dinamis balance antara lain seperti fan dan sejenisnya.
 - Semua peralatan yang menimbulkan getaran harus menggunakan anti vibration spring mounting yang dipasang seri dengan neoprane pad.
 - Pemilihan type, jenis dan static defleksi dari anti vibration mounting haruslah sesuai dengan jenis peralatan, berat, jumlah tumpuan, dll.
 - Bila terjadi kerusakan karena pemilihan yang tidak benar dari anti vibration mounting akan menjadi tanggung jawab Kontraktor tanpa adanya tambahan biaya.

2.24.0 Testing, Adjusting dan Balancing

1 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan ini adalah pelaksanaan testing, adjusting dan balancing untuk seluruh sistem tata udara dan ventilasi mekanis sehingga didapatkan besaran-besaran pengukuran yang sesuai seperti yang terlihat dalam gambar-gambar rencana sehingga sistem betul-betul dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rencana.

2 Umum

Pelaksanaan TAB (Testing, Adjusting dan Balancing) secara mendasar maximum harus mengikuti standard petunjuk NEBB, ASHRAE dan SMACNA dengan menggunakan peralatan-peralatan ukur yang memenuhi untuk pelaksanaan TAB tersebut. Dilaksanakan oleh pihak ketiga yang bersertifikasi NEBB.

3 Peralatan Ukur

Minimal peralatan ukur seperti dibawah ini harus dimiliki oleh Kontraktor yang bersangkutan antara lain :

- a. Pengukuran temperatur udara / air :
 - Sling psychrometric.
 - Thermometer.
- b. Pengukuran putaran (rpm) :
 - Tachometer atau sejenisnya.
- c. Pengukuran listrik :
 - Voltmeter.
 - Ampermeter / ampertang.
- d. Pengukuran tekanan :
 - Barometer / pressure gauge.
- e. Pengukuran laju aliran air (portable field flow meter) :
 - Tool (alat-alat kerja) yang diperlukan dalam merubah setting / kedudukan dari peralatan balancing.

4 Pelaksanaan TAB

- a. Secara detail TAB harus dilaksanakan terhadap seluruh system dan bagian-bagiannya, sehingga didapatkan besaran-besaran pengukuran yang sesuai atau mendekati besaran-besaran yang ditentukan dalam rencana.

- b. Dalam pelaksanaan TAB, disamping pengukuran yang dilakukan terhadap besaran-besaran yang ditentukan dalam desain juga diwajibkan melaksanakan pengukuran terhadap besaran-besaran yang tidak tercantum dalam gambar rencana, tapi besaran ini sangat diperlukan dalam penentuan kondisi dan kemampuan peralatan dan juga sebagai data-data yang diperlukan bagi pihak maintenance dan operation.
- c. Semua pelaksanaan TAB maupun pengukuran-pengukuran terhadap besaran-besaran lainnya yang tidak tercantum dalam gambar rencana harus dituangkan dalam suatu laporan yang bentuknya / formnya sudah disetujui oleh Pengawas.
- d. Pelaksanaan TAB dilakukan oleh tenaga engineer yang betul-betul sudah berpengalaman dalam pelaksanaan TAB ini.
- e. Dalam pelaksanaan TAB, harus selalu didampingi oleh tenaga pengawas, dimana hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan juga disaksikan oleh pengawas tersebut dan dalam laporannya ikut menandatangani.
- f. Sebelum melaksanakan TAB, Kontraktor harus membuat suatu rencana kerja, mengenai prosedur pelaksanaan TAB untuk masing-masing bagian pekerjaan dan prosedur ini agar dibicarakan dengan pihak MK untuk mendapatkan persetujuannya.
- g. Sebelum melaksanakan TAB, Kontraktor sudah harus menyiapkan suatu bentuk formulir (format) untuk masing-masing jenis pengukuran yang berisi item-item yang akan dilakukan untuk masing-masing sistem yang akan dilakukan pengetesan / pengukuran.

5 Laporan TAB

Kontraktor harus membukukan laporan hasil testing, adjusting dan balancing (TAB) serta pengukuran ini, dalam suatu buku yang berisi masing-masing laporan pengetesan berupa suatu bentuk format yang tertata baik yang isinya detail dan jelas. Isi laporan ini harus diketahui oleh Petugas MK yang mendampingi Kontraktor M&E selama TAB.