

JURNAL TEKNIK SIPIL

**Manajemen Pemeliharaan Pusat Belanja Dengan Studi Kasus
Cihampelas Walk Bandung**

(*Theresita Herni, Silvi Dwi Phuspita*)

Pemodelan Kebisingan Lalulintas di Jalan Terusan Kopo Bandung

(*Nyayu Lutfia Sya'bani, Budi Hartanto Susilo*)

**Kajian Pengaruh Kemiringan Rangka Batang Rasuk Paralel
Terhadap Lendutan**

(*Ginardy Husada, Kanjalia Tjandrapuspa*)

**Studi Pendahuluan Simulasi Numerikal Metode Elemen Hingga Linier
Sambungan Balok-Kolom Baja Tipe *Clip-Angle***

(*Yonathan Aditya Santoso, Noek Sulandari, Yosafat Aji Pranata*)

Penelitian Air Bersih Di PT. Summit Plast Cikarang

(*Maria Christine Sutandi*)

J. Tek.Sipil	Vol. 8	No. 2	Hlm.76-141	Bandung, Oktober 2012	ISSN 1411-9331
--------------	--------	-------	------------	-----------------------------	-------------------



JURNAL

TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

Jurnal Teknik Sipil adalah jurnal ilmiah jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha yang diterbitkan 2 kali setahun pada bulan April dan Oktober. Pertama kali terbit bulan Oktober 2003. Tujuan penerbitan adalah sebagai wadah komunikasi ilmiah dan juga penyebarluasan hasil penelitian, studi literatur dalam bidang teknik sipil atau ilmu terkait. Bila pernah dipresentasikan pada seminar agar diberi keterangan lengkap.

Pelindung	: Rektor Universitas Kristen Maranatha
Penanggung Jawab	: Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
Pemimpin Redaksi	: Ir. Maksum Tanubrata, MT.
Ketua Dewan Penyunting	: Dr. Yosafat Aji Pranata, ST., MT.
Penyunting Pelaksana	: Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc. Dr. Anang Kristianto, ST., MT. Ir. Maria Christine, M.Sc. Ir. Herianto Wibowo, M.Sc. Hanny Juliany Dani, ST., MT.
Desain Visual dan Editor	: Aldrin Boy Rahardjo, A.Md.
Sekretariat dan Sirkulasi	: Betty Heriati Sairoen
Alamat Redaksi	: Sekretariat Jurnal Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164 Tel. 022 - 2012186 ext. 1211, 1212 ; Fax. 022 - 2017622
E-mail	: jurnal_ts@eng.maranatha.edu
Website	: http://majour.maranatha.edu
Penerbit	: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164



JURNAL

TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

DAFTAR ISI :

Manajemen Pemeliharaan Pusat Belanja Dengan Studi Kasus Cihampelas Walk Bandung (<i>Theresita Herni, Silvi Dwi Phuspita</i>)	76 - 90
Pemodelan Kebisingan Lalulintas di Jalan Terusan Kopo Bandung (<i>Nyayu Lutfia Sya'bani, Budi Hartanto Susilo</i>)	91 - 111
Kajian Pengaruh Kemiringan Rangka Batang Rasuk Paralel Terhadap Lendutan (<i>Ginardy Husada, Kanjalia Tjandrapuspa</i>)	112 - 122
Studi Pendahuluan Simulasi Numerikal Metode Elemen Hingga Linier Sambungan Balok-Kolom Baja Tipe <i>Clip-Angle</i> (<i>Yonathan Aditya Santoso, Noek Sulandari, Yosafat Aji Pranata</i>)	123 - 132
Penelitian Air Bersih Di PT. Summit Plast Cikarang (<i>Maria Christine Sutandi</i>)	133 - 141

MANAJEMEN PEMELIHARAAN PUSAT BELANJA DENGAN STUDI KASUS CIHAMPELAS WALK BANDUNG

Theresita Herni Setiawan¹, Silvi Dwi Pusphita²

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan
²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan
Jalan Ciumbuleuit 94 Bandung 40141
Email: herni@home.unpar.ac.id

ABSTRAK

Berbelanja merupakan salah satu aktivitas manusia dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan dasar hidupnya. Untuk memenuhi itu, dibutuhkan suatu pusat perbelanjaan. Pusat perbelanjaan merupakan suatu kompleks pertokoan dan fasilitas pendukung lainnya yang ditata sedemikian rupa sehingga dapat memberikan kenyamanan, baik kepada konsumen dalam berbelanja maupun kepada pedagang yang menyewa gedung dalam menata barang dagangannya. Pemeliharaan bangunan didefinisikan sebagai suatu proses pengelolaan bangunan, fasilitas, dan/atau infrastruktur. Pemeliharaan bangunan berfungsi untuk mempertahankan fisik bangunan serta umur bangunan sesuai dengan rencana. Pesatnya pembangunan gedung-gedung baru umumnya tidak disertai dengan peningkatan kegiatan pemeliharannya. Biasanya yang menjadi salah satu penyebabnya adalah kurang terencananya suatu sistem pemeliharaan dan pengawasan yang baik. Namun hal ini tidak seluruhnya terjadi dalam setiap gedung yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manajemen pemeliharaan gedung mulai dari pekerjaan pemeliharaan, pembuatan laporan pemeliharaan, dan teknologi pemeliharaan. Penelitian ini menganalisis kasus yang terjadi pada Bangunan Gedung dan Area Koridor di Cihampelas Walk Bandung. Dari analisis disimpulkan bahwa Cihampelas Walk sudah memiliki perencanaan manajemen pemeliharaan bangunan namun masih ada kecenderungan ketidak-cocokkan perencanaan manajemen pemeliharaan bangunan dengan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan di lapangan. Diharapkan pada perencanaan setiap bangunan memperhatikan manajemen pemeliharaan tersebut agar mengurangi kondisi yang tidak diharapkan di kemudian hari.

Kata Kunci : Manajemen Pemeliharaan, Pusat Perbelanjaan.

ABSTRACT

Shopping was one of the activities of humankind in an effort to satisfy the requirement for the foundation of their life, especially in the matter of clothing and food. To fill all that was needed such as one stop shopping center. Where the shopping center was a shop complex and other supporting facilities that was organized in such a way as to be able to give comfort, both to the consumer in shopping and to the trader who leased the building in organizing their merchandise thing. The maintenance of the building could be in broad outline defined as a process of the building management, facilities, and the infrastructure. More over the maintenance of the unctioing building to maintain physical the building as well as the age of the building according to what they planned. The speed of the development of new buildings generally is not accompanied with the increase in his maintenance activity. Usually that became one of his causes was not all that they planned system maintenance and the good supervision. However this did not completely happen in each available building. This thesis aim to give the result concerning the management system of the maintenance of the building begin with the work of the maintenance, the production of the report on the maintenance as well as the system of maintenance technology. And Hope the management system of this maintenance could be realized for the sake of maintained physical the building as well as the age of the longer building. This research was related to some damage that happened to the area that was researched called the Ciwalk outdoor corridor (Young street and Broadway street). Afterwards this damage was analyzed the cause from damage and explained how to solve about what was carried out for this damage. To solve in part took the form of the improvement of damage and their maintenance. This research was concluded that Ciwalk had planning of the good building maintenance system but still there is existence of the unsuitable

building plan maintenance system with the technical work in the field. Hoped that planning of each building to pay attention to this maintenance system with more detailed in order to reduce the condition that was not hoped happened in the future.

Key words: *Building Maintenance, For Shopping Center.*

1. PENDAHULUAN

Berbelanja merupakan salah satu aktivitas manusia dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan dasar hidupnya. Seiring dengan meningkatnya budaya konsumerisme di masyarakat, tuntutan yang harus dipenuhi pusat-pusat perbelanjaan ini pun semakin besar, dan untuk menjawabnya, pusat-pusat perbelanjaan ini tumbuh semakin beragam macamnya dan banyak jumlahnya. Begitu pula dengan yang terjadi di kota Bandung, yang memberikan konsep berbelanja yang berbeda dengan kota lain, sehingga merupakan perpaduan antara kota belanja modern dengan suasana alam yang asri. Cihampelas Walk ini selain dijadikan tempat berbelanja juga menjadi tempat berekreasi. Oleh sebab itu untuk menjaga dan mempertahankan aset bangunan ini diperlukan manajemen operasional dan pemeliharaan gedung yang terencana baik, sehingga bangunan ini dapat berfungsi dan beroperasi dengan optimal, menyangkut kualitas gedung, keamanan, dan kenyamanan sesuai kebutuhan pemakai, agar umur teknis yang direncanakan dapat dicapai. Uraian tersebut di atas menjadi latar belakang penelitian ini yaitu menganalisis pelaksanaan manajemen pemeliharaan gedung dan lingkungan sekitar gedung (*outdoor*) pada *corridor* pusat perbelanjaan. Hasil analisis ditindaklanjuti dengan merekomendasi pemeliharaan atau perbaikan yang harus dilakukan ditinjau dari segi manajemen pemeliharaan.

Penelitian dilakukan pada gedung dan lingkungan sekitar gedung pada *corridor* pusat perbelanjaan Cihampelas Walk yaitu *Young Street* dan *Broadway*. Bagian bangunan yang ditinjau meliputi atas bangunan, tengah bangunan, dan bawah bangunan. Jenis manajemen pemeliharaan yang ditinjau adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan dan pembuatan laporan pemeliharaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Building Maintenance Commitee (1972) mendefinisikan pemeliharaan sebagai berikut: “Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga, memperbaharui atau meningkatkan setiap fasilitas layanan dan lingkungan gedung yang memenuhi standar yang berlaku dan juga untuk mempertahankan kegunaan dan nilai gedung”.

Pengelolaan dan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan bangunan dapat dilakukan dengan dua sistem, yaitu *in-source* dan *out-source*. Sistem *in-source* merupakan pengelolaan dan pelaksanaan pemeliharaan bangunan secara mandiri dan dijalankan sepenuhnya oleh pemilik atau pengguna bangunan beserta orang-orang sendiri yang memenuhi syarat pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan kemampuan masing-masing. Sedangkan sistem *out-source* merupakan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan yang dikontrakkan kepada perusahaan-perusahaan yang memenuhi syarat menurut keahlian masing-masing, dan memiliki tanggung jawab disertai segala sanksi-sanksinya.

Pekerjaan pemeliharaan terdiri dari beberapa jenis seperti berikut ini:

- a. *Planned maintenance* merupakan jenis pekerjaan yang sudah terorganisir dengan baik dan direncanakan dengan matang.
- b. *Unplanned maintenance*. Perencanaan pemeliharaan yang timbul di luar perencanaan awal.
- c. *Preventive maintenance*, pekerjaan pemeliharaan ini dilakukan sebelum peralatan mengalami kegagalan atau kerusakan. *Preventive maintenance* lebih bersifat rutin.
- d. *Corrective maintenance*. Jenis pekerjaan ini dilakukan apabila terjadi kerusakan pada alat sehingga tidak dapat beroperasi.
- e. *Emergency maintenance*. Pekerjaan perbaikan yang segera harus dilakukan setelah adanya laporan kerusakan. Pekerjaan perbaikan yang dibutuhkan lebih cepat dari rencana umur bangunan akibat kesalahan perencanaan, kesalahan pelaksanaan, atau kesalahan penggunaan material bangunan. Dalam hal ini biasanya perbaikan langsung dilakukan ditempat.
- f. *Condition-based maintenance*, tipe pemeliharaan yang berdasarkan kondisi peralatan dengan memonitor parameter pokok dari peralatan-peralatan yang digunakan.
- g. *Scheduled maintenance* merupakan penggantian terjadual. Penggantian ini biasanya berdasarkan keusakan-kerusakan yang pernah terjadi dan inspeksi rutin yang dilakukan.

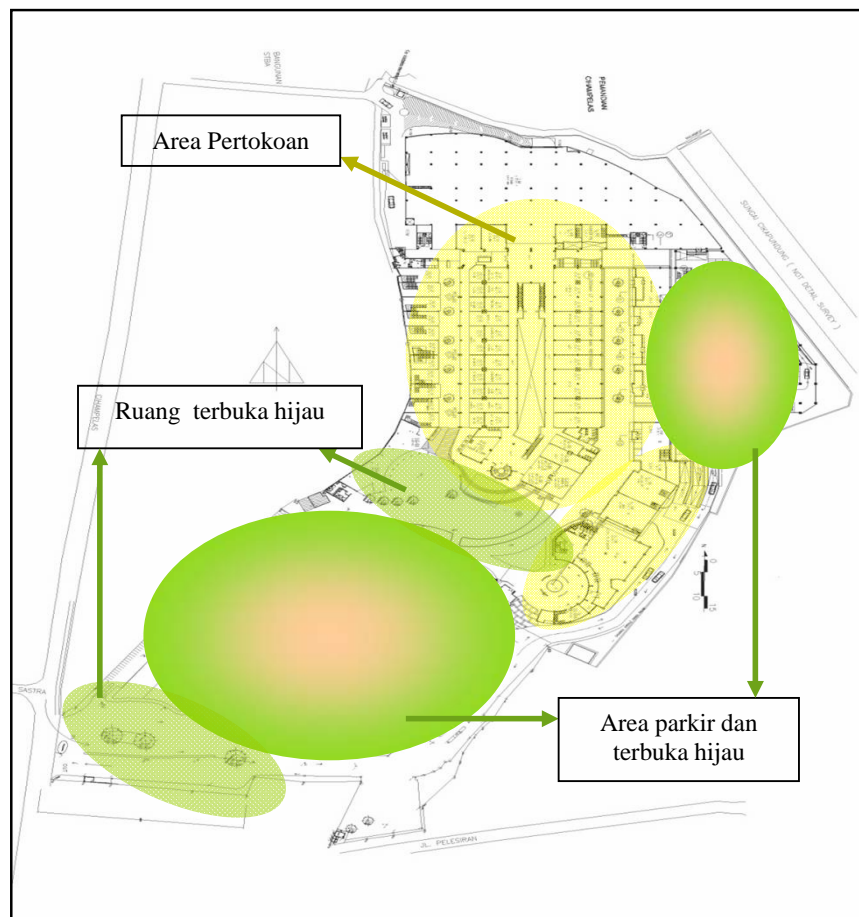
Son (1993) menguraikan penyebab kerusakan diantaranya adalah seperti berikut ini: ketidaksempurnaan desain, kesalahan konstruksi, kurangnya pemeliharaan, perubahan penggunaan gedung, vandalisme, kerusakan akibat iklim, kerusakan kimiawi, kerusakan biologi, dan kerusakan mekanis.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Cihampelas Walk disingkat CiWalk, sebuah gaya baru bagi interpretasi mall. Diresmikan tanggal 11 juni 2004 bangunan ini mencirikan sebuah gaya hidup modern

dengan adanya komposisi permainan warna cerah pada fisik bangunan. Dengan menciptakan ruang terbuka, kompleks CiWalk menjadikan sebuah tempat perbelanjaan yang nyaman dan khas dibandingkan pusat perbelanjaan lainnya di Bandung.

CiWalk didirikan di atas lahan 3.5 hektar dengan kontur agak curam. Area pertokoan mencakup 1/3 dari keseluruhan luas dan 2/3 lainnya digunakan untuk area parkir dan ruang terbuka hijau. Dengan mempertahankan keberadaan pohon yang lama dan penanaman pohon serta tanaman yang baru menjadikan kawasan ini memiliki ciri khas tersendiri pada lansekapnya. Lebih jelasnya posisi pertokoan, ruang terbuka hijau, dan parkir dapat dilihat pada Gambar1 berikut ini :



Gambar 1. Site Plan Cihampelas Walk Bandung.

Ciwalk mempunyai dua koridor utama yaitu di bagian timur bernama *Young street*, merupakan area sirkulasi antara kedua massa bangunan dengan fungsi *retail* dan restoran yang ditujukan untuk pengunjung kalangan muda; di bagian barat bernama

Broadway street, merupakan area sirkulasi bagi pengunjung yang lebih dewasa. Namun pemahaman konsep ini seiring perkembangannya hanya berupa penamaan dari jalan pembagi massa. Dari segi pengunjung, sebagian besar adalah keluarga, pasangan, maupun kumpulan remaja. Untuk suasana ada perbedaan yang terjadi pada siang, sore, dan malam hari. Cahaya lampu setiap gerai (*retail*) dan bangunan utama pada malam hari menciptakan atmosfir yang sejalan dengan konsep Cihampelas Walk. Elemen dekorasi taman yang menghiasi jalan ini berupa lilitan lampu hias yang menjuntai antar massa bangunan dan lampu gantung pada pohon-pohon di area *outdoor* Cihampelas Walk.

Analisis Manajemen Pemeliharaan

Pekerjaan pemeliharaan bangunan yang memiliki luas 24.900 m² dan area terbuka 8.400 m² membutuhkan suatu sistem manajemen pemeliharaan dengan struktur organisasi tersendiri. Dalam hal ini Ciwalk memiliki divisi pemeliharaan dan perawatan yang tugasnya secara umum adalah:

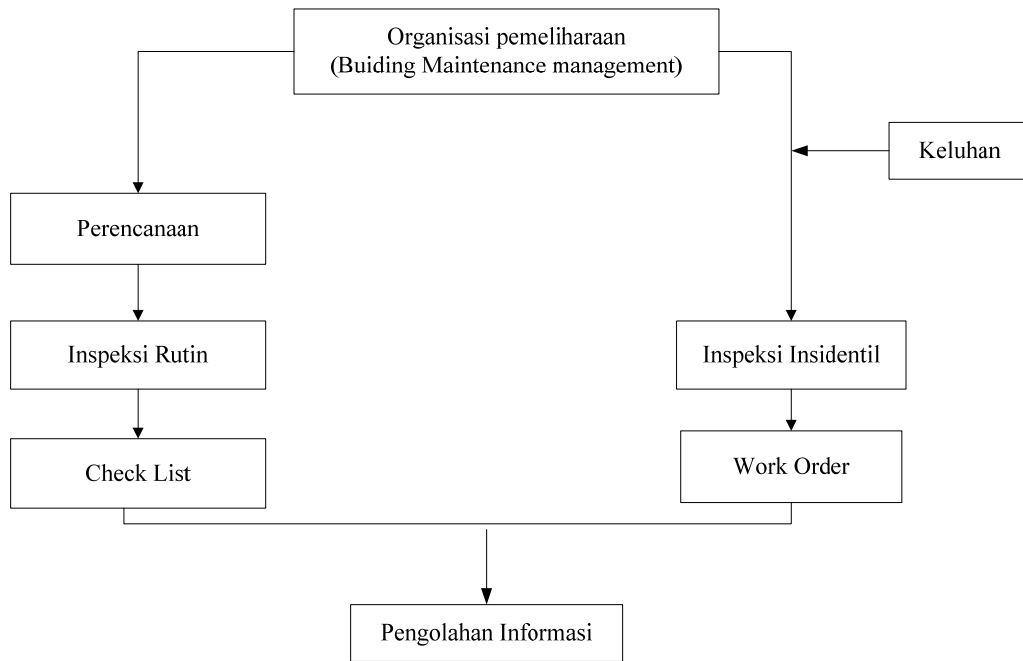
1. Menjaga kebersihan sarana, prasarana, dan peralatan pada bangunan gedung yang dilakukan secara rutin dan berkesinambungan.
2. Mengelola sarana dan prasarana sanitasi agar dapat berfungsi secara baik.
3. Pengawasan terhadap kualitas air bersih dan pengelolaan sampah.
4. Pengawasan dan perawatan terhadap mekanisme mekanikal dan elektrikal.

Pelaksanaan pekerjaan dan pemeliharaan dilakukan secara internal yaitu menggunakan personil dan peralatan yang dimiliki (*in-source*) dan secara eksternal yaitu menggunakan kontrak dengan pihak ketiga (*out-source*) yang dilaksanakan dengan dua cara yaitu *service contract* dan *sub-contract*. Kontrak servis, kerjasama terhadap beberapa komponen mekanikal elektrikal gedung seperti elevator dan AC. Pihak manajemen pemeliharaan gedung selanjutnya menerima laporan dan melakukan pengecekan terhadap hasil kerja kontraktor tersebut. Sub-kontraktor dibutuhkan oleh pihak pengelola untuk menangani salah satu fungsi pemeliharaan gedung, seperti kegiatan *cleaning service* dan perbaikan komponen, utilitas, dan fungsi gedung yang memiliki keahlian khusus.

Pelaksanaan sistem manajemen pemeliharaan dilakukan beberapa tahap yaitu pengumpulan informasi, pengolahan informasi dan presentasi informasi.

Dalam pengumpulan informasi, pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan yang dimaksudkan dominan didasarkan pada keluhan dari pegawai ataupun pengunjung yang sedang berbelanja atau berjalan-jalan, dan temuan insidental pada alat, sarana, prasarana maupun fasilitas yang berubah *performance*-nya. Pengumpulan informasi dapat dilakukan berupa lisan misalnya inspeksi insidental yang dilakukan oleh *security* dan berupa tertulis

misalnya inspeksi rutin menggunakan form komplain dan surat pihak yang terkait. Orang yang melakukan inspeksi atau inspektor mempunyai kedudukan yang sangat penting. Dalam hal ini inspektor dituntut untuk dapat menilai dan mengidentifikasi tiap pergeseran *performance* elemen bangunan secara tepat. Inspektor melakukan pekerjaannya secara teliti dengan mengumpulkan informasi, data, keterangan yang benar-benar relevan dan akurat. Inspektor dapat membuat nota, sketsa, gambar, dan mengambil foto elemen yang ditinjau untuk lebih memperjelas keadaannya. Proses pengumpulan informasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



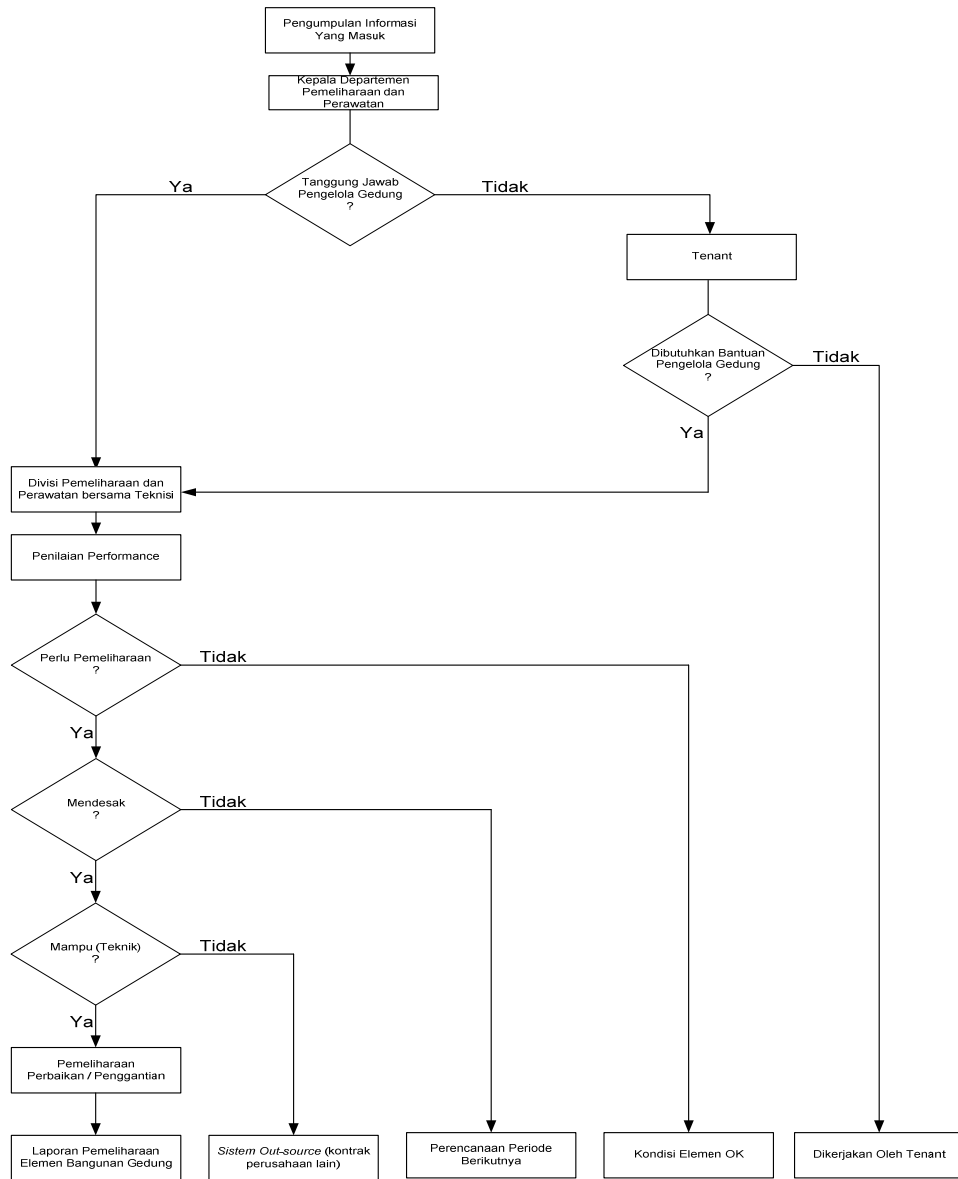
Gambar 2 Pengumpulan Informasi.

Informasi yang telah dikumpulkan dari inspeksi dilanjutkan dengan proses pengolahan informasi yang akan memberikan gambaran tentang *performance* bangunan apakah memerlukan penanggulangan perbaikan segera atau bisa ditunda disesuaikan dengan jadwal pekerjaan pemeliharaan. Penanggung jawab penilaian *performance* bangunan adalah kepala Departemen Pemeliharaan dan Perawatan yang berhak memberikan keputusan apakah kerusakan tersebut menjadi tanggung jawab pengelola gedung atau tanggung jawab para penyewa / *tenant*. Jika sudah diputuskan bahwa perbaikan dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab *tenant* maka pengelola gedung tidak bertanggung jawab lagi terhadap kerusakan tersebut. Sepenuhnya *tenant* yang

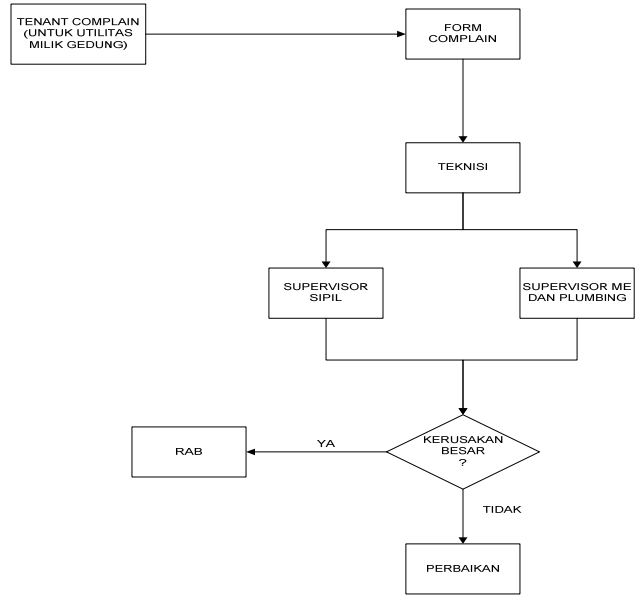
melakukan pekerjaan tersebut, terkecuali jika *tenant* tidak mampu melakukan perbaikan tersebut, maka *tenant* dapat meminta pertolongan terhadap pengelola gedung. Proses pengolahan informasi tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

Apabila informasi yang didapat melalui *tenant*, pengolahan informasi dilakukan seperti pada Gambar 4 berikutnya. Sementara itu apabila informasi didapat melalui *tenant* dan tidak mampu melakukan perbaikan sendiri, maka pihak pengelola gedung membuat Rencana Anggaran Biaya Perbaikan yang harus diketahui dan disetujui oleh tiga pihak *tenant*, *accounting*, dan *tenant relation*. Jika *tenant* dan *accounting* sudah menyetujui dan sepakat mengenai anggaran tersebut maka perbaikan sudah dapat dilakukan. Dalam hal ini *tenant relation* lebih bersifat mengetahui mengenai kegiatan perbaikan yang akan dilakukan. Pengolahan informasi tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.

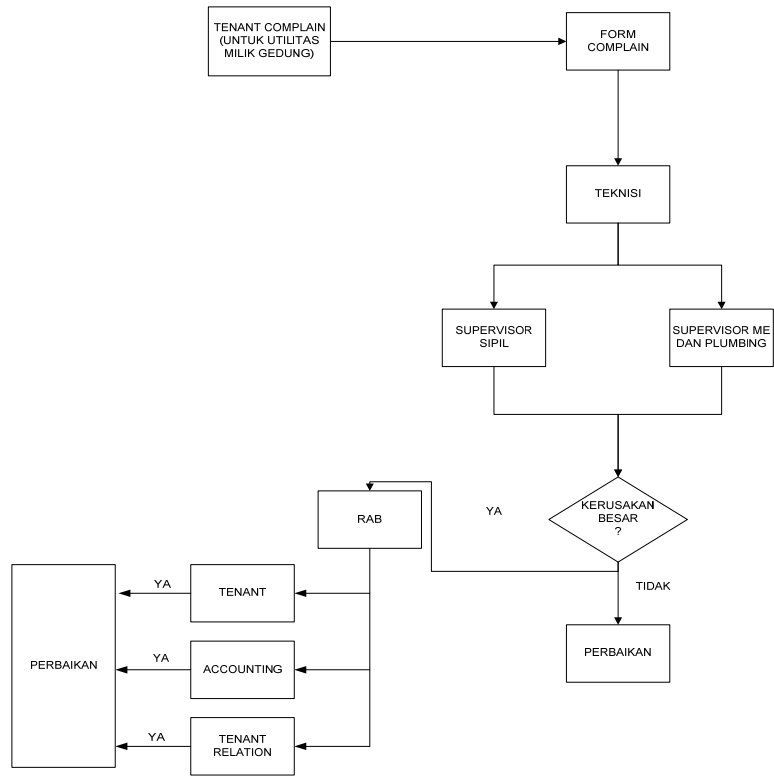
Proses pengolahan informasi yang telah disetujui dilanjutkan dengan presentasi informasi dalam bentuk laporan. Laporan tersebut hendaknya merefleksikan semua proses yang telah terjadi secara lengkap, ringkas, logis, dan jelas sehingga kondisi bangunan dapat terpantau dengan baik. Bentuk laporan kondisi bangunan sangat beraneka ragam tetapi unsur penting yang harus ada adalah bagian yang menerangkan *performance* bangunan, penyebab perubahan *performance*, dan rencana penanganannya. Laporan pemeliharaan yang dibuat memuat keadaan elemen dan bangunan yang rusak dan pemeliharaan yang dilakukan untuk mengatasinya. Teknisi akan membuat catatan tentang pemeliharaan yang dilakukan terhadap elemen bangunan, divisi pemeliharaan mendapatkan laporan tersebut dan kepala departemen pemeliharaan dan perawatan memutuskan tindakan yang harus dilaksanakan. Pada saat ini inspeksi yang dilakukan pihak pengelola dilakukan oleh *security* dalam menyampaikan keluhan, hanya berupa laporan lisan terhadap teknisi, kemudian teknisi melakukan catatan dalam bentuk buku yang berisikan kerusakan terjadi setiap harinya. Teknisi memiliki dua buku yaitu buku harian dan buku catatan pekerjaan. Buku harian berisikan mengenai kegiatan pemeliharaan yang sudah dilakukan, sedangkan buku catatan pekerjaan berisikan mengenai pekerjaan yang belum selesai dikerjakan untuk kemudian akan dibaca oleh teknisi berikutnya yang saling bergantian, untuk melakukan perbaikan. Sebaiknya pengelola gedung membuat suatu lembaran formal yang berisikan daftar kerusakan-kerusakan yang terjadi setiap harinya dan teknisi melakukan rekapitulasi laporan setiap minggu berisi perbaikan yang dilakukan pada bagian Sipil dan M&E (Mekanikal & Elektrikal).



Gambar 3 Pengolahan Informasi Pengelola Gedung.



Gambar 4 Pengolahan Informasi Pekerjaan Pemeliharaan terhadap *Tenant* yang Dapat Memperbaiki Sendiri.



Gambar 5 Pengolahan Informasi Pekerjaan Pemeliharaan terhadap *Tenant* yang Membutuhkan Bantuan.

Analisis Kegiatan Pemeliharaan Komponen Gedung

Kegiatan pemeliharaan gedung Cihampelas Walk secara umum dilakukan dibawah kontrol *Building Management Department*. Selain itu, pihak pengelola juga menggunakan jasa sub-kontraktor untuk menangani masalah kebersihan. Untuk beberapa komponen mekanikal, seperti *AC* dan *Vertical transportation*, kegiatan pemeliharaannya dilakukan oleh sub-kontraktor masing-masing komponen dengan sistem kontrak servis, dimana kontraktor-kontraktor tersebut tetap berada dibawah pengawasan dan koordinator *Building Management Department*.

Jenis pemeliharaan yang dilakukan di CiWalk diantaranya adalah *preventive maintenance* dilakukan secara rutin oleh *cleaning service* misalnya membersihkan lantai, membersihkan kaca, dan penyapuan sampah; *corrective maintenance* dilakukan apabila terjadi kerusakan pada alat atau suatu elemen bangunan sehingga tidak dapat beroperasi misalnya pada kerusakan komponen elektronik; *emergency maintenance* dikerjakan jika ada kerusakan yang harus segera diperbaiki melebihi rencana yang ditetapkan misalnya lampu yang tiba-tiba mati pada malam hari atau kesalahan penggunaan material yang menyebabkan material tersebut tidak tahan atau cepat rusak.

Analisis Kerusakan–Kerusakan pada Komponen Gedung dan Elemen disekitarnya

Untuk kemudahan dalam penelitian ini maka bagian bangunan dibagi menjadi: Atas Bangunan, Tengah Bangunan, dan Bawah Bangunan. Bagian yang termasuk dalam Atas Bangunan adalah bagian atap yang berfungsi sebagai pelindung bangunan termasuk benda-benda / komponen-komponennya. Kerusakan atap dapat menyebabkan kerusakan elemen gedung lainnya. Sebagai contoh kerusakan atap adalah kebocoran yang dapat menyebabkan kerusakan *plafond*, dinding, dan elemen bangunan lain yang ada di bawahnya. Atap yang digunakan di sini adalah atap kanopi, atap beton, dan atap genting yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini. Material penutup atap kanopi dan beton ini mempunyai ketahanan yang cukup tinggi. Oleh karena itu pemeliharaan yang dilakukan bersifat pembersihan. Biasanya dilakukan pembersihan dan inspeksi setiap satu minggu sekali yang dilakukan oleh *cleaning service*. Untuk kanopi yang berada di *tenant* perawatannya biasanya diserahkan sepenuhnya kepada *tenant*.



(6a)



(6b)

Gambar 6a dan 6b Kotor pada Atap Kanopi.

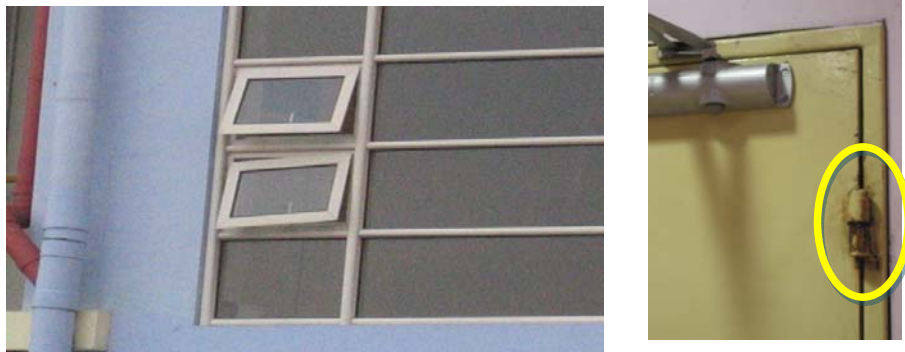
Sedangkan untuk kerusakan genting misalnya genting pecah akibat muai susut, bergeser akibat terpaan angin yang kuat, kotor, dan tumbuh lumut. Untuk pengecekan yang dilakukan terhadap atap beton, hal-hal yang dilakukan antara lain memeriksa apakah beton mengalami retak, permukaan beton mengelupas, beton berlubang atau berpori, lapisan beton terdapat noda karat, lumut, noda genangan air, atau warna putih dari semen kering.

Salah satu penanggulangan terjadinya lumut pada beton adalah dengan menghancurkan lumut-lumut tersebut dengan cara dikerik dan diampas sehingga permukaan beton bersih. Selanjutnya dilapisi dengan zat yang bersifat kedap air *waterproof* dan/atau bersifat tahan cuaca *weathershield*.

Bagian yang termasuk Tengah Bangunan dinding bangunan, daun pintu, jendela, kaca yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut ini. Kerusakan yang paling sering terjadi yaitu dinding yang mengalami retak-retak. Hal ini disebabkan karena cuaca natural. Hal ini mungkin disebabkan karena hampir tidak adanya teritisan yang melindungi bagian dinding. Mungkin hal ini dibuat dengan tujuan mencari fasad yang *modern* tapi hal ini membawa pengaruh buruk pada bagian perawatan, yang akibatnya menjadi lebih mahal. Pergerakan struktural karena panas juga mungkin menyebabkan retaknya dinding-dinding tersebut. Selain itu pula, keretakan dapat disebabkan sambungan antara balok dan pasangan batu bata jika pekerjaan *finishing* tidak berjalan baik.



Gambar 7 Retakan pada Dinding.



Gambar 8 Kerusakan pada Jendela dan Engsel Pintu.

Pada gedung CiWalk ini memiliki suatu permasalahan yang unik, yaitu disebabkan karena dua bangunan struktur yang terpisah secara struktural dan disambung menggunakan dilatasi. Penanganan yang dilakukan adalah melakukan perbaikan terhadap retak tersebut. Pelaksanaanya dilakukan rutin pada saat pengecatan ulang yaitu 2,5 tahun sekali.

Bagian yang termasuk **Bawah bangunan** yang termasuk dalam tinjauan penelitian ini adalah lantai, paving block, dan plint. Penutup lantai keramik dapat dilakukan pemeliharaan rutin setiap hari dengan membersihkan menggunakan sapu untuk kotoran padat, kain dan cairan pembersih untuk noda atau kotoran yang melekat pada lantai. Tidak ada ketepatan berapa kali lantai harus dibersihkan dalam satu hari, karena kecepatan pengotoran tiap wilayah berbeda dan tergantung pula oleh cuaca dan banyaknya pengunjung yang datang. Pembersihan dilakukan setempat pada lantai yang sudah dianggap kotor, sehingga bagian lantai tertentu bisa sampai berulang kali dibersihkan, sedangkan bagian lain jarang dibersihkan. Pembersihan khusus wilayah *outdoor* menggunakan cairan kimia khusus untuk menghilangkan kotoran yang sulit

terutama yang biasa terjadi yaitu lumut dan tidak memudarkan warna dari keramik tersebut. Kerusakan kecil yang terjadi pada penutup lantai seperti goresan atau retak halus biasanya tidak dilakukan perbaikan. Jika kerusakan yang terjadi cukup besar seperti retak atau pecah maka akan dilakukan perbaikan/penggantian seperti pada Gambar 9 berikut ini. Hal ini disebabkan oleh pergerakan struktural karena perubahan suhu yang terus menerus dan juga pemakaian dan perusakan oleh manusia. Karena pemakaian yang kasar, maka lantai sering terbentur benda-benda yang dibawa oleh manusia. Hal ini mengakibatkan banyak terjadi pecah-pecah pada lantai.



Gambar 9 Kerusakan Paving Block. Gambar 10 Papan Penunjuk Arah.

Elemen sekitar gedung diantaranya adalah taman dan tanaman hias. Taman pada sekitar gedung berfungsi untuk keindahan dan meningkatkan kenyamanan dan membantu menyegarkan sirkulasi udara. Taman perlu dipelihara dengan baik, antara lain memotong rumput dan tanaman agar bentuknya selalu teratur dan tertata dengan baik. Selain itu pula tanaman perlu disiram secara teratur agar tidak kering. Ketika pekerjaan memotong rumput dan tanaman dilakukan, peralatan pemotong rumput dapat menghasilkan bunyi bising yang mengganggu. Oleh sebab itu, pemotongan rumput harus dilakukan sedemikian rupa sehingga gangguan pada pengunjung seminimal mungkin. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan di sekitar taman dan area pejalan kaki, diantaranya adalah:

- a. Pembatas Tanaman dan Papan Penunjuk Arah yang dapat dilihat pada Gambar 10. Penggunaan cat kurang bermutu menyebabkan cat menjadi cepat pudar. Sebenarnya hal ini tidak terlalu terlihat, namun jika dibiarkan lama-lama akan menjadi kerusakan yang besar. Untuk tetap menjaga konsep *walk with fun* pada CiWalk, pengecatan ulang dilakukan secara berkala dengan cat berkualitas baik, tahan terhadap cuaca karena berhubungan langsung dengan udara.

- b. Bangku taman. yang berada pada *corridor Broadway* dan *Young Street* memberikan suatu kesan ada di sebuah taman. Selain dapat dilihat dari segi estetika, bangku ini memberikan kenyamanan untuk pengunjung agar lebih betah berbelanja dan jika sudah lelah dapat beristirahat dan duduk dengan santai sambil menikmati suasana alam terbuka. Bangku-bangku ini sebaiknya menggunakan material kayu bermutu baik dengan pemberian *coating* anti UV dan tahan cuaca yang tepat dapat membuat kayu tersebut lebih tahan terhadap cuaca.

4. PENUTUP

Sistem manajemen pemeliharaan pada studi kasus penelitian ini sudah terkoordinasi dengan cukup baik dengan adanya pengumpulan informasi, pengolahan informasi, dan mempresentasikan informasi. Namun demikian laporan pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan pengelola gedung dapat menggunakan formulir pekerjaan pemeliharaan yang baku sehingga hasilnya dapat direkapitulasi menjadi sebuah laporan pemeliharaan dan dapat dijadikan sebagai *data history* pekerjaan pemeliharaan dan mempermudah melaksanakan pekerjaan pemeliharaan pada periode selanjutnya.

Jenis pemeliharaan yang dilakukan pada studi kasus sudah mencakup jenis pekerjaan pemeliharaan yang dibutuhkan untuk suatu pusat perbelanjaan sehingga kerusakan yang terjadi pun sebagian besar merupakan kerusakan wajar dan alami sesuai usia pakai elemen-elemennya.

REFERENSI

1. Addleson, L. (1972). 'Material for Building vol. 2', An Architect & Building News Book.
2. Addleson, L. (1982). 'Building Failures A Guide to Diagnosis, Remedy & Prevention', The Architectural Press London.
3. Chanter B., Peter S. (1996). 'Building Maintenance Management', Blacwell Science Ltd.
4. Duffuaa, S.O., A. Raouf, John D.C. (1998). 'Planning and Control of Maintenance Systems Modeling and Analysis', John Wiley & Sons.
5. Greener, T. (1981). 'The Everything Book of Floors, Walls, and Ceilings', Reston Publishing Company, Inc., Virginia.
6. Mills, E.D. (1994). 'Building Maintenance and Preservation A guide to Design and Management', Butterworth – Heinemann Ltd.

7. Miller, E.J., Jerome, W., Blood. (1977). 'Modern Maintenance Management', American Management Association, Inc., India.
8. Noerbambang, Sofyan M., Takeo, M. (1985). 'Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing', PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
9. Ransom, W.H. (1987). 'Building Failures : Diagnosis and Avoidance', Spon London.
10. Son, L.H., George C.S. Yuen. (1993). 'Building Maintenance Technology', The Macmillan Press Ltd., London.

PEMODELAN KEBISINGAN LALULINTAS DI JALAN TERUSAN KOPO BANDUNG

Nyayu Luthfia Sya'bani¹, Budi Hartanto Susilo²

¹Alumnus S1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha

²Guru Besar, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha

JL. Prof. drg. Suria Sumantri, no. 65 Bandung 40164

Email: budiharsus@yahoo.com

ABSTRAK

SDN Angkasa V Lanud Sulaiman yang terletak pada tepi ruas Jalan Terusan Kopo yang merupakan akses menuju kawasan industri. Dengan begitu arus lalulintas di ruas jalan tersebut meningkat yang menimbulkan kebisingan pada lokasi pendidikan tersebut. Studi ini bertujuan untuk menghitung volume lalulintas, kecepatan rata – rata lalulintas, tingkat kebisingan lalulintas dan membuat model kebisingan lalulintas. Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah dengan survei langsung di lapangan dan untuk menganalisis pemodelan kebisingan lalulintas menggunakan analisis regresi linier berganda dengan bantuan *software SPSS (statistical package of the social sciences)* versi 17.0. Dari hasil studi diperoleh bahwa pada Jalan Terusan Kopo volume lalulintas yang terjadi pagi hari sebesar 3322,35 smp/jam, pada siang hari sebesar 2596,7 smp/jam dan pada sore hari sebesar 2864,9 smp/jam. Untuk kecepatan rata-rata lalulintas yang terjadi adalah 36,00-51,50 km/jam untuk sepeda motor (MC), 31,00-45,00 km/jam untuk kendaraan ringan (LV) dan 31,00-39,00 km/jam untuk kendaraan berat (HV). Kebisingan lalulintas yang terjadi selama pengamatan adalah berkisar 78,50-80,80 dB(A). Kebisingan yang terjadi melebihi ambang batas yang dikeluarkan oleh Keputusan Kementrian Negara Lingkungan Hidup tahun 1996 yaitu 55 dB(A) untuk lokasi pendidikan dan *U.S. Department of Transportation* yaitu tidak melebihi 65 dB(A). Pemodelan kebisingan lalulintas yang lebih baik dan logis merupakan hasil *stepwise method*, dimana yang berpengaruh paling besar terhadap kebisingan lalulintas adalah volume sepeda motor sebesar 70,4%.

Kata kunci: kebisingan, kecepatan, volume, regresi linier, lalulintas, *SPSS*.

ABSTRACT

SDN Angkasa V Lanud Sulaiman located on JL.Terusan Kopo which is the access to the industrial area. So, the traffic flow on the road increased which raises the noise at the education area. This study aimed to calculate the traffic volume, the traffic speed average, traffic noise levels and traffic noise modeling. The method is performed in this study are to survey in the location and to analyze the traffic noise modeling using multiple linear regression analysis that help by SPSS software (statistical package of the social sciences) version 17.0. The results obtained from studies on JL.Terusan Kopo the traffic volume that occurs in the morning of 3322,35 smp/hour, at noon of 2596,7 smp/h and in the afternoon of 2864,9 smp/hour. The traffic speed average that occurs is 36,00 51,50 km/h for motorcycles (MC), 31,00-45,00 km/h for light vehicles (LV) and 31,00-39,00 km/h for heavy vehicles (HV). Traffic noise that occurs during the observation is in the range 78,50-80,80 dB(A), that exceeds the threshold issued by the Ministry of Environment in 1996 is 55 dB(A) for the education area and the U.S. Department of Transportation that does not exceed 65 dB(A). The result of traffic noise modeling which are better and logical is from stepwise method, where 70,4% volume of motorcycle had the greatest influence on traffic noise.

Keywords: Noise, speed, volume, linear regression, traffic, *SPSS*.

1. PENDAHULUAN

SDN Angkasa V Lanud Sulaiman merupakan salah satu lokasi pendidikan dimana tempat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar yang terletak di tepi ruas jalan Terusan Kopo. Dengan berada di tepi ruas jalan Terusan Kopo memiliki kelebihan yaitu para pelajar mendapat akses keluar masuk dengan mudah. Namun demikian, adapun dampak negatif terhadap proses belajar mengajar karena ruang kelas yang terletak pada tepi ruas jalan Terusan Kopo yang merupakan akses menuju kawasan industry, dengan begitu arus lalu lintas di ruas jalan tersebut meningkat yang menimbulkan kebisingan pada lokasi pendidikan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung volume lalu lintas, kecepatan rata-rata lalu lintas, mengukur tingkat kebisingan lalu lintas dan pemodelan kebisingan lalu lintas di Jalan Terusan Kopo Bandung.

Ruang Lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian adalah SDN Angkasa V Lanud Sulaiman yang terletak di jalan Terusan Kopo Km 10, Kabupaten Bandung.
2. Mengukur kebisingan lalu lintas pada lokasi penelitian dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM).
3. Menghitung volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan yang melewati lokasi penelitian. Jenis kendaraan yang diteliti adalah sepeda motor, kendaraan ringan (mobil penumpang) dan kendaraan berat (bus dan truk).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Volume Lalu Lintas

Volume didefinisikan sebagai sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan atau ruas jalan dengan suatu satuan waktu pada setiap periode yang dipilih. Pada umumnya besarnya volume selalu dinyatakan dalam jumlah kendaraan per interval waktu, yang biasanya diambil dalam jam.

Volume lalu lintas terdiri dari berbagai jenis kendaraan dalam MKJI 1997 kendaraan dibagi menjadi empat jenis yaitu kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), kendaraan tidak bermotor (UM).

Untuk menyamakan satuan tiap jenis kendaraan yang berbeda kepada satu jenis kendaraan standar yaitu kendaraan penumpang, maka digunakan suatu satuan yang dinamakan SMP (satuan mobil penumpang). Secara umum rumus smp dapat ditunjukkan oleh persamaan:

$$smp = \sum Q_i . emp \quad (1)$$

dengan Q_i = volume kendaraan i.

2.2 Kecepatan lalulintas

Kecepatan lalulintas adalah jarak yang ditempuh suatu kendaraan untuk melewati ruas jalan tertentu per satuan waktu. Kecepatan dapat dinyatakan dengan satuan m/detik atau km/jam. Secara umum kecepatan dihitung dengan persamaan:

$$u = \frac{d}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

u = kecepatan (km/jam)

d = jarak yang ditempuh (km)

t = waktu untuk menempuh jarak yang ditempuh d (jam)

Susilo (Susilo, 2010) menyatakan bahwa kecepatan dipengaruhi oleh karakteristik geometrik, kondisi lalulintas, waktu, tempat, lingkungan dan pengemudi.

2.3 Kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan oleh telinga manusia yang ditimbulkan dari usaha atau kegiatan tertentu dalam periode waktu tertentu yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia. Dalam hal ini kebisingan yang ditimbulkan adalah akibat kegiatan dari lalulintas yang berasal dari kendaraan yang melintas disuatu ruas jalan.

Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MEN LH/11/1996 dalam pasal 1 disebutkan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan manusia. Untuk baku mutu tingkat kebisingan pada suatu lingkungan mengacu pada KMLH 1996 dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan tingkat kebisingan yang juga direkomendasikan oleh *U.S. Department of Housing and Urban Development* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Baku Mutu Tingkat Kebisingan

Peruntukan kawasan/ lingkungan kesehatan		Tingkat kebisingan dB(A)
Peruntukan kawasan	a. Perumahan dan pemukiman	55
	b. Perdagangan dan jasa	70
	c. Perkotaan dan perdagangan	65
	d. Ruang terbuka hijau	50
	e. Industri	70
	f. Pemerintahan dan fasilitas umum	60
	g. Rekreasi	70
Lingkup kegiatan	a. Rumah sakit dan sejenisnya	55
	b. Sekolah atau sejenisnya	55
	c. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 1996

Tabel 2. Tingkat Kebisingan Umum

Tingkat Kebisingan Umum dB(A)
Tidak dapat diterima : Melebihi 80 dB(A), 60 menit dalam 24 jam Melebihi 75 dB(A), 8 jam dalam 24 jam
Dapat dipilih atau tidak – biasanya tidak dapat diterima : Melebihi 65 dB(A), 8 jam dalam 24 jam Suara – suara kuat yang berulang – ulang pada lokasi
Dapat dipilih atau tidak – biasanya dapat diterima : Tidak melebihi 65 dB(A), lebih dari 8 jam dalam 24 jam
Dapat diterima : Tidak melebihi 45 dB(A), lebih dari 30 menit dalam 24 jam

Sumber: *U.S. Department of Transportation* (1972) dalam Sistem Transportasi (Susilo, B.H., 1998, hal 31)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Program Rencana Kerja

Dalam penyusunan suatu penelitian diperlukan program rencana kerja yang dituangkan ke dalam sebuah bagan alir (Flow Chart). Bagan alir tersebut dibuat sebagai pedoman atau acuan sehingga penelitian dapat berjalan lancar dan memperoleh hasil yang

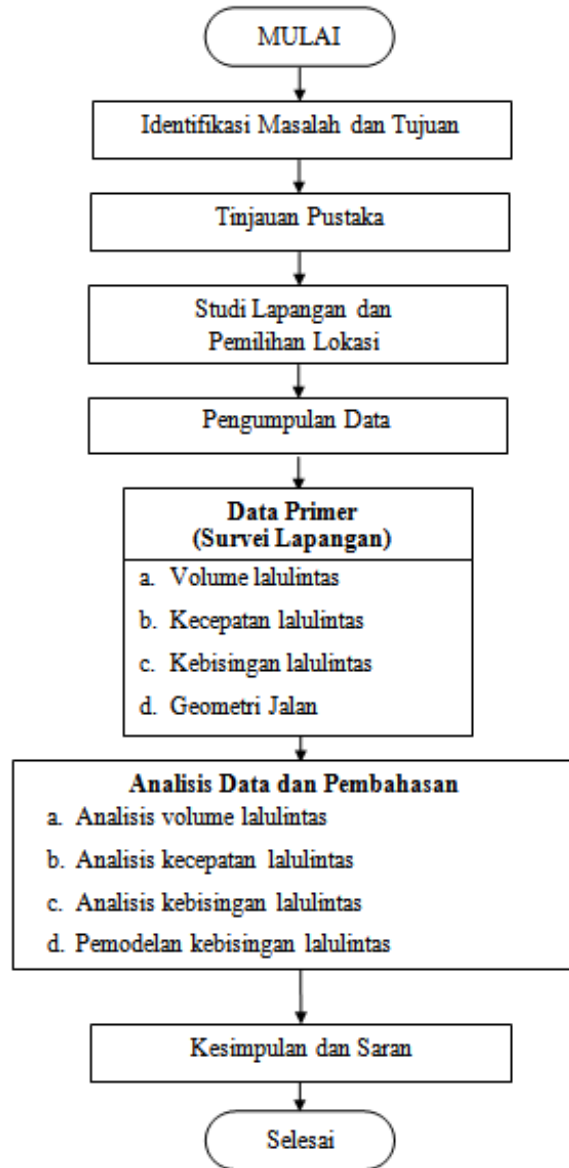
optimal. Pada bagan alir penelitian dijelaskan tahapan-tahapan rencana kerja dari awal perencanaan hingga pembahasan akhir yang dapat dilihat pada Gambar 1.

3.2 Identifikasi Masalah dan Tujuan

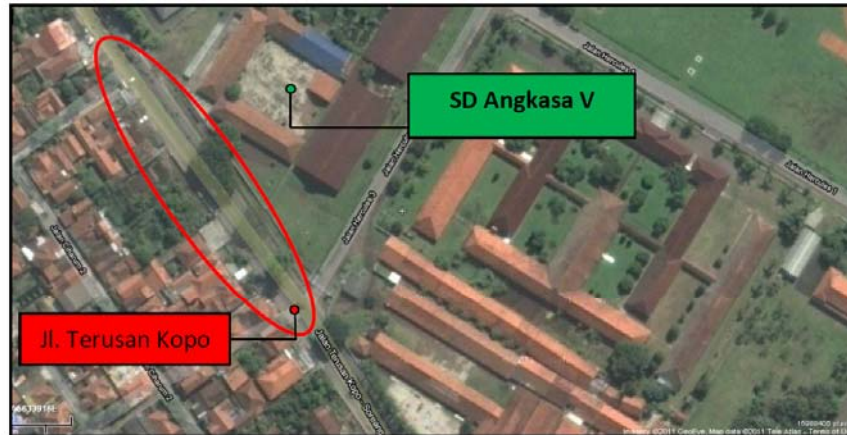
Dengan semakin bertambahnya volume kendaraan yang melewati ruas-ruas jalan berdampak kepada meningkatnya kebisingan lalu lintas pada lingkungan di sekitar ruas jalan yang dilewati kendaraan-kendaraan tersebut; seperti lokasi pendidikan yang berada di tepi ruas jalan. Akibatnya adalah kebisingan lalu lintas melebihi batas ambang baku yang ditetapkan dalam Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MEN LH/11/1996. Oleh karena itu diperlukan penelitian tingkat kebisingan yang dipengaruhi oleh arus lalu lintas yang kemudian dibuat model kebisingannya yang dapat digunakan untuk memprediksi.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di depan SDN Angkasa V yang berada di tepi ruas jalan Terusan Kopo Bandung. Lokasi ini dipilih karena ruang kelas berada di dekat ruas jalan Terusan kopo yang merupakan akses ke kawasan industri sehingga berbagai jenis kendaraan melintas di ruas jalan tersebut. Dengan berbagai jenis kendaraan yang melintas maka kebisingan di daerah tersebut tinggi. Adapun lokasi dan denah situasi penelitian yang di survei dapat dilihat pada Gambar 2.



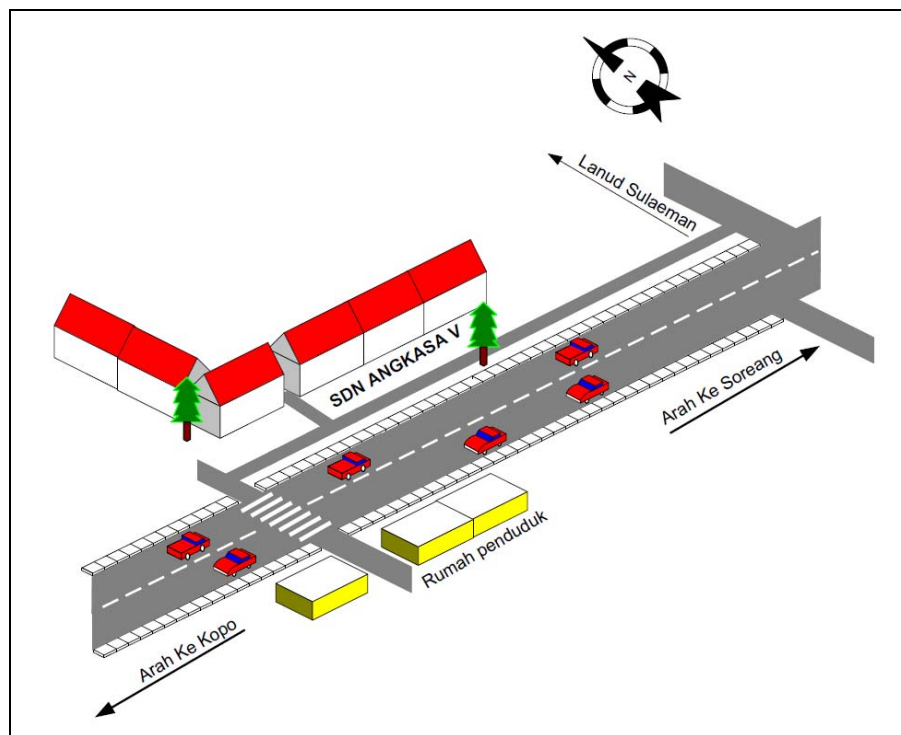
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Keterangan :

— = lokasi penelitian

Sumber: Google Earth



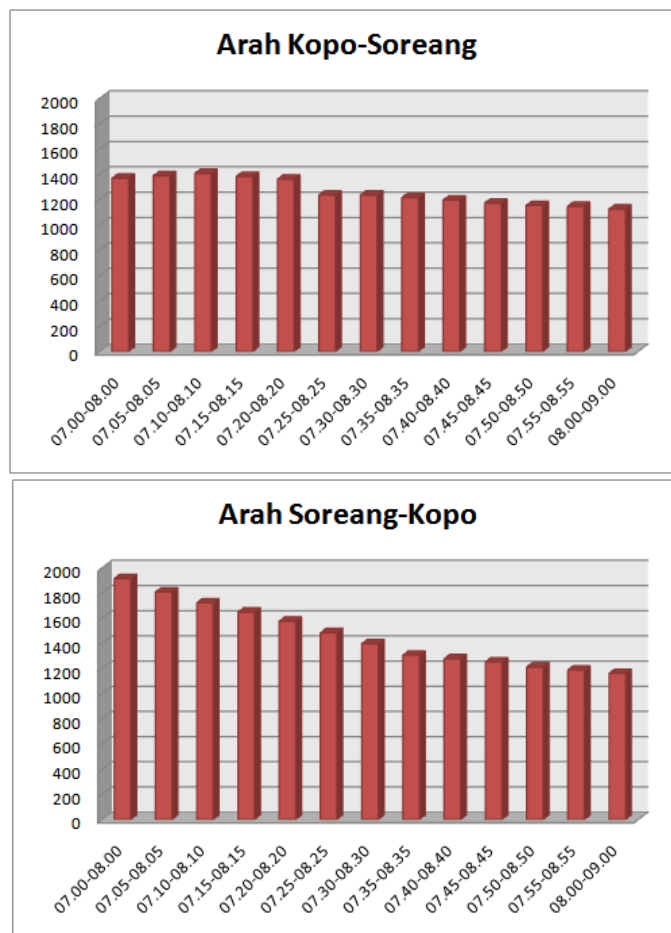
Gambar 2. Lokasi Penelitian Daerah Jalan Terusan Kopo Bandung dan Denah Situasi Sekitar SDN Angkasa V

4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Volume Lalulintas

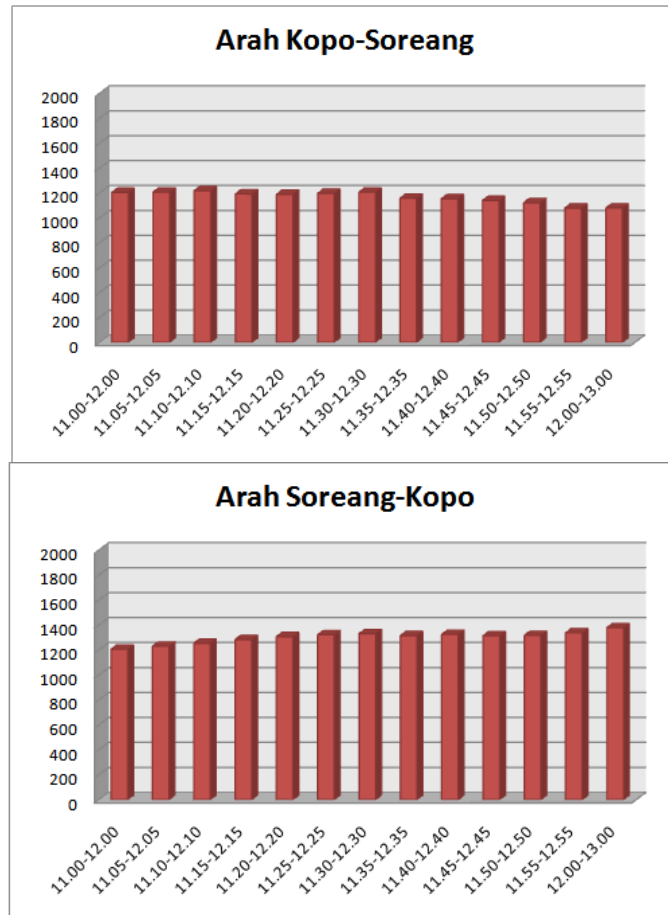
Volume lalulintas merupakan dasar yang digunakan dalam analisis lalulintas. Oleh karena itu variasi volume yang ada tiap jam sangat penting untuk melihat fluktuasi yang terjadi. Untuk menyamakan satuan tiap jenis kendaraan yang berbeda kepada satuan kendaraan standar, maka digunakan suatu satuan yang dinamakan satuan mobil penumpang (smp). Nilai smp diperoleh dengan mengalikan jumlah suatu jenis kendaraan dengan dengan nilai emp.

Untuk menyamakan satuan tiap jenis kendaraan yang berbeda kepada satuan kendaraan standar, maka digunakan suatu satuan yang dinamakan satuan mobil penumpang (smp). Nilai smp diperoleh dengan mengalikan jumlah suatu jenis kendaraan dengan dengan nilai emp. Untuk mempermudah melihat fluktuasi volume lalulintas di Jalan Terusan Kopo maka dibuat grafik berdasarkan data nilai smp volume lalulintas.



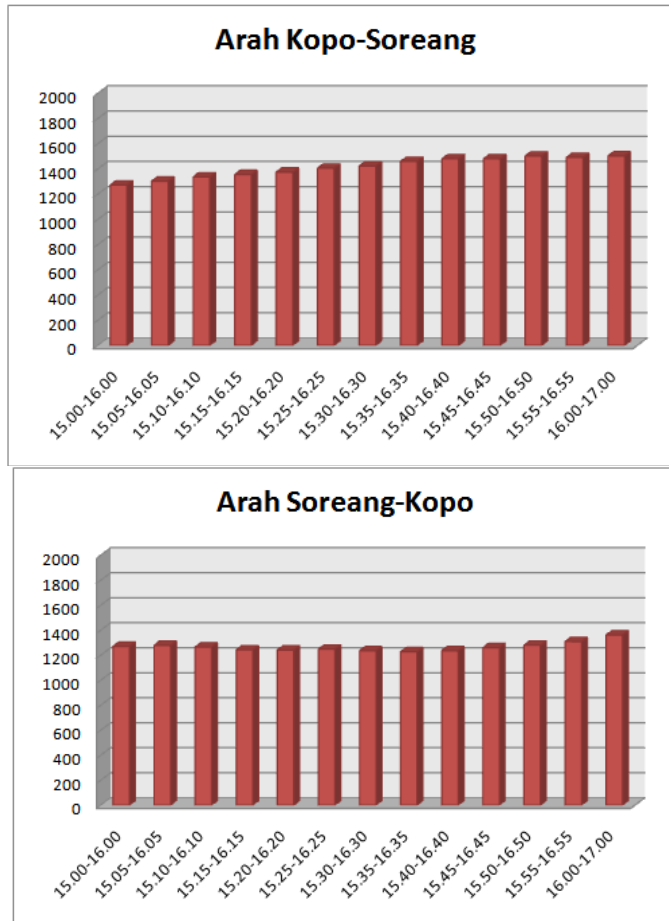
Gambar 3. Fluktuasi Volume Lalulintas Kendaraan Pagi Hari

Berdasarkan Gambar 3 fluktuasi volume lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo pagi hari pada lajur arah Kopo menuju Soreang diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi adalah sebesar 1407.25 smp/jam, sedangkan pada lajur arah Soreang menuju Kopo diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi adalah sebesar 1915.1 smp/jam.



Gambar 4. Fluktuasi Volume Lalulintas Kendaraan Siang Hari

Berdasarkan Gambar 4 fluktuasi volume lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo siang hari pada lajur arah Kopo menuju Soreang diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi adalah sebesar 1217.95 smp/jam, sedangkan pada lajur arah Soreang menuju Kopo diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi sebesar 1378.75 smp/jam.



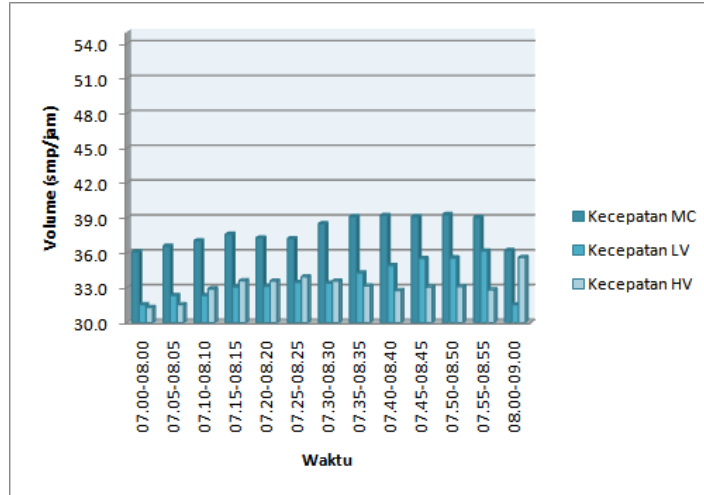
Gambar 5. Fluktuasi Volume Lalulintas Kendaraan Sore Hari

Berdasarkan Gambar 5 fluktuasi volume lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo sore hari pada lajur arah Kopo menuju Soreang diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi adalah sebesar 1503.70 smp/jam , sedangkan pada lajur arah Soreang menuju Kopo diketahui bahwa volume lalulintas tertinggi sebesar 1361.20 smp/jam.

4.2 Analisis Kecepatan Lalulintas

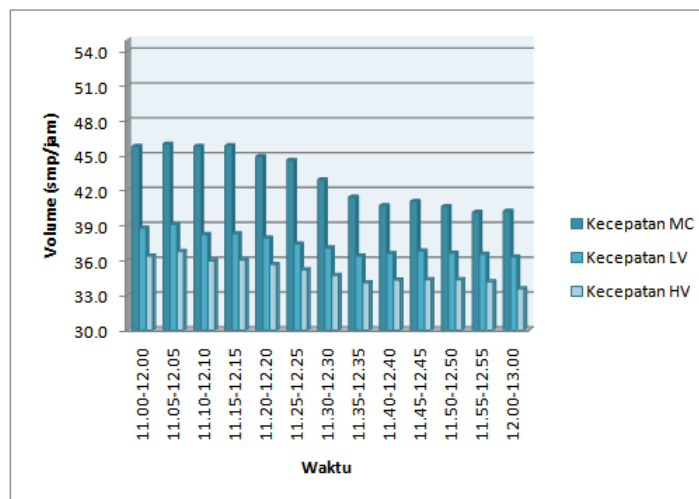
Kecepatan adalah perpindahan benda melalui suatu lintasan persatuan waktu dan dapat dinyatakan dalam m/det atau km/jam. Kecepatan lalulintas sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu, tempat, lingkungan dan perilaku dari pengemudi.

Dalam menganalisis kecepatan lalulintas yang terjadi maka variasi kecepatan rata – rata dari setiap jenis kendaraan yang ada tiap jam sangat penting untuk melihat fluktuasi yang terjadi.



Gambar 6. Fluktuasi Kecepatan Lalulintas Kendaraan Pagi Arah Kopo-Soreang

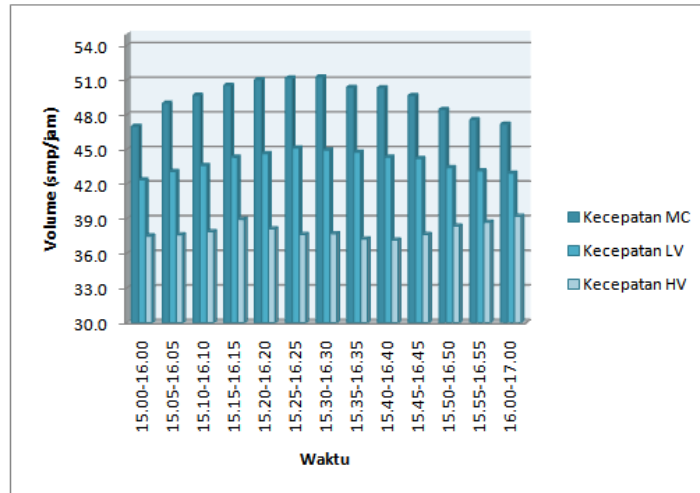
Dari Gambar 6 diketahui fluktuasi kecepatan lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo selama pagi hari dengan interval waktu 07.00 – 09.00 diketahui kecepatan rata – rata untuk sepeda motor (MC) berkisar 36,00 – 39,50 km/jam, kendaraan ringan (LV) berkisar 31,00 – 36,00 km/jam dan kendaraan berat (HV) berkisar 31,00 – 34,00 km/jam.



Gambar 7. Fluktuasi Kecepatan Lalulintas Kendaraan Siang Arah Kopo-Soreang

Dari Gambar 7 fluktuasi kecepatan lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo selama siang hari dengan interval waktu 11.00 – 13.00 diketahui kecepatan rata – rata

untuk sepeda motor (MC) berkisar 40,00 – 46,00 km/jam, kendaraan ringan (LV) berkisar 36,00 – 39,00 km/jam dan kendaraan berat (HV) berkisar 33,00 – 37,00 km/jam.

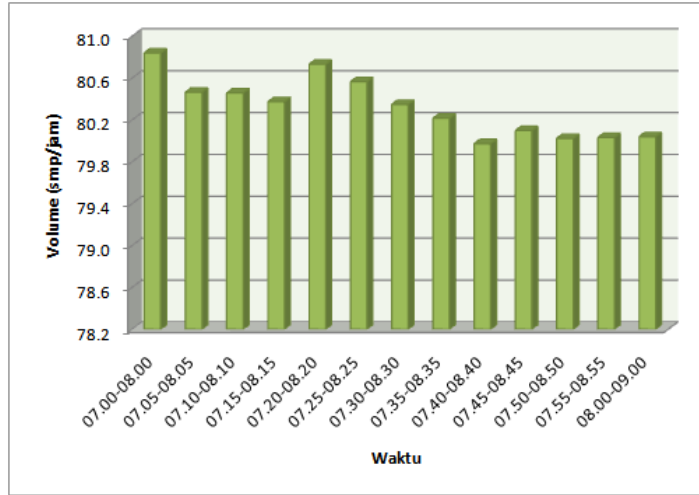


Gambar 8. Fluktuasi Kecepatan Lalulintas Kendaraan Sore Arah Soreang-Kopo

Dari Gambar 8 fluktuasi kecepatan lalulintas yang terjadi di Jalan Terusan Kopo selama sore hari dengan interval waktu 15.00 – 17.00 diketahui kecepatan rata – rata untuk sepeda motor (MC) berkisar 47,00 – 51,50 km/jam, kendaraan ringan (LV) berkisar 42,00 – 45,00 km/jam dan kendaraan berat (HV) berkisar 37,00 – 39,00 km/jam.

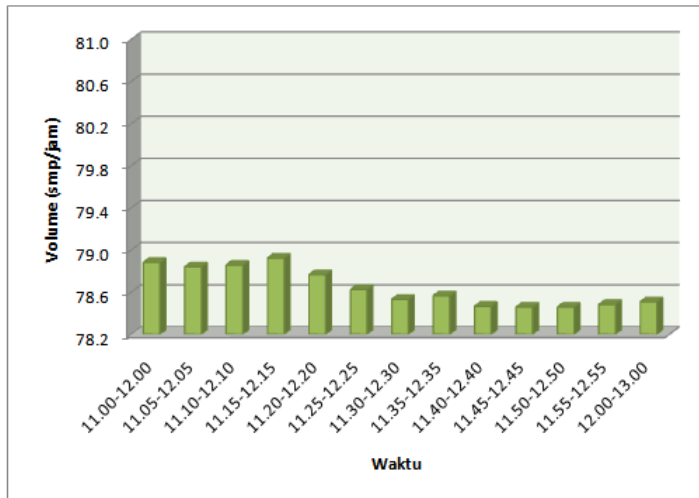
4.3 Analisis Kebisingan Lalulintas

Berdasarkan hasil survei kebisingan lalulintas dengan menggunakan *sound level meter* di depan SDN Angka V Lanud Sulaiman, didapat data kebisingan lalulintas per jam.



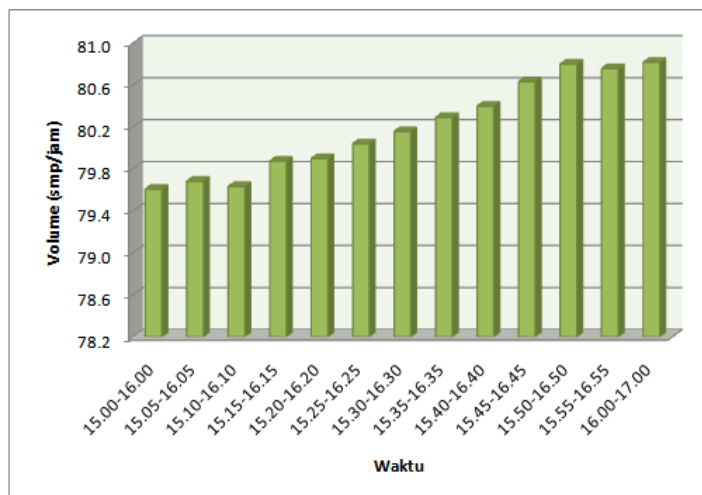
Gambar 9. Fluktuasi Kebisingan Lalulintas Pagi Hari

Dari Gambar 9 kebisingan lalulintas pada SDN Angkasa V Lanud Sulaiman terlihat bahwa kebisingan lalu lintas untuk periode pagi hari dengan interval waktu 07.00 – 09.00, kebisingan lalulintas berkisar antara 80,00 – 80,80 dB(A).



Gambar 10. Fluktuasi Kebisingan Lalulintas Siang Hari

Dari Gambar 10 kebisingan lalulintas pada SDN Angkasa V Lanud Sulaiman yang terletak di tepi Jalan Terusan Kopo terlihat bahwa kebisingan lalu lintas untuk periode siang hari dengan interval waktu 11.00 – 13.00, kebisingan lalulintas berkisar antara 78,50 – 79,00 dB(A).



Gambar 11. Fluktuasi Kebisingan Lalulintas Sore Hari

Dari Gambar 11 kebisingan lalulintas pada SDN Angkasa V Lanud Sulaiman yang terletak di tepi Jalan Terusan Kopo terlihat bahwa kebisingan lalu lintas untuk periode sore hari dengan interval waktu 15.00 – 17.00, kebisingan lalulintas berkisar antara 79,50 – 80,80 dB(A), melebihi ambang batas yang dikeluarkan oleh Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup tahun 1996 yaitu 55 dB(A) untuk lokasi pendidikan dan *U.S. Department of Transportation* yaitu tidak melebihi 65 dB(A).

4.4 Pemodelan Kebisingan Lalulintas

Data input yang digunakan untuk analisis regresi linier berganda adalah rata-rata kebisingan lalulintas sebagai variabel *dependent* (Y), sedangkan untuk variabel *independent* yang terdiri dari volume sepeda motor (X_1), volume kendaraan ringan (X_2), volume kendaraan berat (X_3) dan kecepatan lalulintas rata-rata (X_4). Data input tersebut selanjutnya dianalisis dengan metode regresi linier berganda menggunakan bantuan *Software SPSS* versi 17.0 untuk memprediksi pengaruh dari volume lalulintas dan kecepatan lalulintas terhadap kebisingan lalulintas yang terjadi pada SDN Angkasa V Lanud Sulaiman yang terletak di tepi Jalan Terusan Kopo. Variabel *dependent* dan variabel-variabel *independent* disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Input Model Regresi Linier

Kebisingan dB(A)	Volume MC Kend/jam	Volume LV Kend/jam	Volume HV Kend/jam	Kecepatan Rata-rata Km/jam
Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
80.8	2326	731	47	33
80.5	2333	744	51	33,5
80.5	2329	759	55	34,1
80.4	2297	740	57	34,8
80.7	2291	720	58	34,7
80.6	2224	612	57	34,9
80.4	2195	612	63	35,2
80.2	2135	601	67	35,5
80	2058	601	68	35,6
80.1	2001	592	67	35,9
80	1941	589	66	35,8
80	1888	598	64	35,8
80	1813	595	64	35,7
78.9	1712	607	141	40,3
78.8	1715	601	147	40,6
78.9	1707	616	146	40
78.9	1685	600	142	40,1
78.8	1721	587	143	39,5
78.6	1747	579	151	39,1
78.5	1771	582	151	38,2
78.6	1782	531	151	37,3
78.5	1797	533	142	37,2
78.5	1767	527	142	37,4
78.5	1784	515	133	37,2
78.5	1818	469	129	36,9
78.5	1818	478	122	36,7
79.6	2026	594	143	42,3
79.7	2080	608	146	43,2
79.6	2140	631	142	43,7
79.9	2243	639	130	44,6
79.9	2366	640	119	44,6
80	2521	633	119	44,6
80.2	2604	633	115	44,7
80.3	2736	635	117	44,1
80.4	2846	625	120	43,9
80.6	3008	594	112	43,8
80.8	3199	573	108	43,4
80.8	3324	541	100	43,1

Kebisingan dB(A)	Volume MC Kend/jam	Volume LV Kend/jam	Volume HV Kend/jam	Kecepatan Rata-rata Km/jam
80.8	3470	521	96	43,1

Berdasarkan Tabel 3 yang diproses menggunakan *Software SPSS* versi 17.0 diperoleh model hubungan regresi pengaruh variabel *independent* terhadap variabel *dependent*-nya adalah:

$$Y = 75,753 + 0,001 X_1 + 0,002 X_2 - 0,018 X_3 + 0,082 X_4 \quad (4)$$

Dimana Y = Kebisingan lalulintas (dB(A))
 X_1 = Volume MC (kend/jam)
 X_2 = Volume LV (kend/jam)
 X_3 = Volume HV (kend/jam)
 X_4 = Kecepatan lalulintas (km/jam)

Model hubungan regresi di atas belum merupakan model terbaik, karena nilai koefisien dari variabel X_3 bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa variabel X_3 banding terbalik dengan variabel Y, sedangkan variabel X_1 , X_2 dan X_4 berbanding lurus dengan variabel Y.

Dengan kata lain pada saat volume HV menurun maka kebisingan lalulintas akan meningkat dan berlaku juga untuk kondisi sebaliknya. Namun, secara logika volume kendaraan terhadap kebisingan adalah berbanding lurus dan juga presentase volume kendaraan berat sangat berpengaruh terhadap penaksiran tingkat kebisingan dasar.

Oleh karena itu, untuk memperoleh model hubungan regresi yang baik adalah dengan menggunakan *stepwise method* pada analisis dengan menggunakan *Software SPSS* versi 17.0. Dengan menggunakan *stepwise method* diperoleh model hubungan regresi:

$$Y = 73,642 + 0,001 X_1 + 0,006 X_2 \quad (5)$$

Dimana Y = Kebisingan lalulintas (dB(A))
 X_1 = Volume MC (kend/jam)
 X_2 = Volume LV (kend/jam)

Baik tidaknya suatu model regresi linier berganda dalam mengestimasi variabel terikat dengan terhadap variabel bebasnya juga dapat diketahui dengan melihat tiga parameter, yaitu koefisien determinasi (R^2), nilai F dan nilai t. Dari hasil analisis menggunakan SPSS versi 17.0 dijelaskan sebagai berikut:

1. Koefisien determinasi

Tabel 4. Koefisien Determinasi

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.893 ^a	.797	.786	.38505

Dari Tabel 4 diketahui bahwa nilai *adjusted R*² adalah 0,786 hal ini berarti bahwa 78,6% variasi kebisingan (Y) dapat dijelaskan oleh kedua variasi variabel *independent*-nya yaitu volume MC (X_1) dan volume LV (X_2). Sedangkan sisanya sebesar 21,4% dijelaskan oleh sebab-sebab diluar model. *Standard Error of the Estimate* (SEE) sebesar 0,38505 menjelaskan bahwa semakin kecil nilai SEE akan membuat model regresi semakin tepat dalam memprediksi variabel terikatnya.

2. Uji Anova

Tabel 5. Uji Anova

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	21.017	2	10.508	70.877	.000 ^b
Residual	5.338	36	.148		
Total	26.354	38			

Hipotesis:

Ho: $\mu = \mu_0$

Ha: $\mu \neq \mu_0$

Pengambilan keputusan:

Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka Ho diterima Ha ditolak

Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka Ho ditolak Ha diterima

Dari uji Anova atau *F test* pada Tabel 5 didapat nilai F hitung sebesar 70,877 dengan signifikansi 0,000. Nilai signifikansi tersebut jauh lebih kecil dari

nilai probabilitas 0,05 maka H_0 diterima dan H_a ditolak. Dengan begitu model regresi dapat digunakan untuk memprediksi kebisingan.

3. Uji t

Tabel 6. Uji t

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	73.642	.602		122.343	.000
X1	.001	.000	.704	9.266	.000
X2	.006	.001	.451	5.944	.000

Hipotesis:

$H_0: \mu = \mu_0$

$H_a: \mu \neq \mu_0$

Pengambilan keputusan:

Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 diterima H_a ditolak

Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 ditolak H_a diterima

Dari Tabel 6 kedua variabel *independent* yang dimasukkan kedalam model regresi variabel X_1 hingga X_2 dengan nilai signifikansi 0,000 jauh lebih kecil 0,05 maka H_0 diterima H_a ditolak. Secara statistik dapat dilihat bahwa model regresi linier yang telah diperoleh menunjukkan kedua variabel tersebut berpengaruh terhadap kebisingan. Dari nilai *standardized coefficients* untuk X_1 (volume MC) sebesar 70,4% dan X_2 (volume LV) sebesar 40,1% berpengaruh terhadap kebisingan lalu lintas di Jalan Terusan Kopo Bandung.

Untuk nilai koefisien dari variabel X_1 dan X_2 bernilai positif maka kedua variabel tersebut berbanding lurus dengan variabel Y, dengan kata lain volume apabila sepeda motor dan volume kendaraan meningkat maka kebisingan juga akan meningkat, dan sebaliknya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan, analisis dan pembahasan dapat disusun kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas yang terjadi pada Jalan Terusan Kopo adalah pada pagi hari sebesar 3322,35 smp/jam, pada siang hari sebesar 2596,7 smp/jam dan pada sore hari sebesar 2864,9 smp/jam.
2. Kecepatan rata – rata lalu lintas yang terjadi di Jalan terusan kopo adalah 36,00 – 51,50 km/jam untuk sepeda motor (MC), 31,00 – 45,00 km/jam untuk kendaraan ringan (LV) dan 31,00 – 39,00 km/jam untuk kendaraan berat (HV).
3. Kebisingan lalu lintas terjadi selama pengamatan adalah berkisar antara 78,50 – 80,80 dB(A), melebihi ambang batas yang dikeluarkan oleh Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup tahun 1996 yaitu 55 dB(A) untuk lokasi pendidikan dan *U.S. Department of Transportation* yaitu tidak melebihi 65 dB(A).
4. Pemodelan kebisingan lalu lintas di Jalan Terusan Kopo Bandung yang lebih baik dan logis merupakan hasil *stepwise method* ($Y = 73,642 + 0,001 X_1 + 0,006 X_2$), dimana yang berpengaruh paling besar terhadap kebisingan lalu lintas adalah volume sepeda motor sebesar 70,4%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan maka ada beberapa saran untuk memperoleh pemodelan yang lebih baik, yaitu :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara kebisingan dengan volume dan kecepatan lalu lintas dalam waktu survei yang lebih lama (beberapa hari) sehingga dapat melihat fluktuasi yang terjadi. Dengan waktu survei selama beberapa hari maka akan didapat beberapa model regresi sehingga dapat menghasilkan pemodelan yang paling baik pada lokasi yang ditinjau, maka pemodelan dapat digunakan untuk memprediksi kebisingan lalu lintas.
2. Pemilihan lokasi pengamatan yang bervariasi misalnya suatu jalan yang memiliki kecepatan lalu lintas diatas 40 km/jam misalnya jalan tol dengan tujuan sumber kebisingan yang diukur murni dari kendaraan saja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ali N., Liputo A., 2009, *Studi Kebisingan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Urip Sumiharjo Jurnal Simposium XII FSTPT*, Makassar, pp 399-410.
2. Cohn, Louis F., Mcvoy, Gray R., *Environmental Analysis of Transportation Systems*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

3. Department of Transport Welsh Office, 1988, *Calculation of Road Traffic Noise*, Her Majesty's Stationery Office, London.
4. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Depkimpraswil), 2005, *Pedoman Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan (Pt-T-16-2005-B)*, Jakarta.
5. Handayani Dini, 2007, *Pengkajian Faktor-Faktor Tingkat Kebisingan Jalan Perkotaan*, Jurnal Puslitbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
6. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 1996, *Baku Tingkat Kebisingan, Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.48/MENLH/1996/25*, Jakarta.
7. Susilo, B.H., 1998, *Sistem Transportasi*, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
8. Susilo, B.H., 2009, *Rekayasa Lalu Lintas*, Penerbit Trisakti, Jakarta.
9. Walpole, R.E. dan R.H. Mayers, 1995, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Edisi ke-4, ITB, Bandung.
10. Wardhana, W.A., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Jakarta.
11. Watkins L.H., 1981, *Environmental Impact of Roads and Traffic*, Applied Science Publishers, London.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Input Model Regresi Linier

Kebisingan dB(A)	Volume MC Kend/jam	Volume LV Kend/jam	Volume HV Kend/jam	Kecepatan Rata- rata Km/jam
Y	X₁	X₂	X₃	X₄
80.8	2326	731	47	33
80.5	2333	744	51	33,5
80.5	2329	759	55	34,1
80.4	2297	740	57	34,8
80.7	2291	720	58	34,7
80.6	2224	612	57	34,9
80.4	2195	612	63	35,2
80.2	2135	601	67	35,5
80	2058	601	68	35,6
80.1	2001	592	67	35,9

Kebisingan dB(A)	Volume MC Kend/jam	Volume LV Kend/jam	Volume HV Kend/jam	Kecepatan Rata- rata Km/jam
80	1941	589	66	35,8
80	1888	598	64	35,8
80	1813	595	64	35,7
78.9	1712	607	141	40,3
78.8	1715	601	147	40,6
78.9	1707	616	146	40
78.9	1685	600	142	40,1
78.8	1721	587	143	39,5
78.6	1747	579	151	39,1

KAJIAN PENGARUH KEMIRINGAN RANGKA BATANG RASUK PARALEL TERHADAP LENDUTAN

Ginaryd Husada¹, Kanjalia Tjandrapuspa Tanamal²

^{1,2}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Email: betaagin@yahoo.com

ABSTRAK

Perencanaan Rangka batang merupakan bagian dari struktur yang sering kita jumpai, banyak digunakan untuk rangka atap, rangka jembatan, portal dengan bentang besar dan untuk menggantikan balok dengan bentang besar sering memakai rangka batang. Umumnya kemiringan rangka batang sering kita abaikan, apalagi jika dihubungkan dengan lendutan, karena kita menganggap lendutan pada rangka batang seperti balok adalah fungsi momen sehingga kemiringan atap dianggap tidak mempengaruhi lendutan. Dalam kajian ini dicoba 5 model rangka batang rasuk paralel dengan panjang 6 x 200 cm dan tinggi rangka 150 cm, tiap model dengan kemiringan 0°, 5°, 15°, 30° dan 45°. Dengan beban hidup terpusat = 2000 kg pada semua titik buhul atas. Hasil dari kajian ini untuk kondisi datar maupun kondisi miring, lendutan yang paling kecil adalah bentuk rangka model 5 dengan hasil lendutan tengah bentang atau titik 4 pada kondisi datar lendutannya = 0,9259 cm . sedangkan untuk kondisi kemiringan sekitar 5° bentuk rangka yang paling baik adalah model 2 dan model 4 karena lendutannya di titik 4 lebih kecil dari kondisi datar, model 2 dengan lendutan = 1,2119 cm, kondisi datar = 1,2167 cm dan model 4 dengan lendutan = 1,2583 cm, kondisi datar = 1,2994 cm, dan hasil lainnya dengan bertambahnya kemiringan umumnya lendutan juga bertambah. Jadi untuk rangka batang lendutannya tidak mengikuti fungsi Momen.

Kata Kunci: Rangka Batang, Lendutan.

1. PENDAHULUAN

Rangka batang umum digunakan untuk rangka atap, jembatan, mengganti balok atau portal dengan bentang besar memakai rangka batang. Lendutan pada rangka batang sering dikaitkan dengan lendutan pada balok, dimana pada balok lendutan merupakan fungsi dari momen, sehingga lendutan pada rangka batang diasumsikan seperti fungsi momen, rangka batang dengan bentuk, bentang dan pembebanan sama dengan adanya kemiringan atau tidak adanya kemiringan akan menghasilkan lendutan yang sama.

Dalam kajian ini akan dicoba 5 model rangka batang dengan kemiringan 0°, 5°, 15°, 30° dan 45° dari rangka batang sejenis dengan Beban pada titik kumpul atas dan hasil dari kajian ini akan ditampilkan dalam suatu grafik kemiringan dan lendutan sehingga bisa dilihat dengan jelas pengaruhnya.

Ruang lingkup kajian dibatasi sebagai berikut :

1. Rangka batang Rasuk Paralel dengan bentuk 5 model yang berbeda.
2. Perletakan rangka sendi – rol.
3. Beban yang bekerja terpusat di tiap titik buhul atas sebesar 2000 Kg sama untuk tiap model rangka.
4. Tiap model rangka akan diberi kemiringan dari 0°, 5°, 15°, 30° dan 45°.

5. Dimensi batang tepi L 90.90.9 dan dimensi batang tegak dan miring L 60.60.6 sama untuk tiap model rangka.
6. Software yang digunakan *Sans ver 4.7 Full Version* Licensee Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Maranatha. Bandung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Rangka Batang

Rangka batang merupakan perkembangan dari balok, karena bentang yang cukup besar sehingga tidak memungkinkan memakai balok biasa karena dimensi baloknya akan besar sekali dan berat sendirinya akan besar pula untuk menghindarkan dimensi yang terlalu besar maka dicari alternatif lain, salah satunya dibuat rangka batang dengan ukuran dimensi balok yang kecil, bisa dipakai untuk bentang yang cukup besar dan mampu menahan beban yang besar.

Garis Lentur Balok

Garis Lentur pada balok merupakan peralihan ordinat suatu titik pada balok terhadap tempat kedudukan awal dari titik tersebut. Pada balok biasa lendutan merupakan fungsi dari Momen sehingga didapat persamaan :

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = -M_x$$

$$EI \frac{dy}{dx} = EI \Phi = -\int_0^x M_x dx$$

$$EI y = -\int \int_0^x M_x dx$$

Dimana :

E	:	Modulus kenyal (Kg/cm ²)
I	:	Momen Inersia (cm ⁴)
M _x	:	Momen, fungsi dari x (Kg cm)
y	:	Peralihan titik (cm)

Garis Lentur Rangka Batang

Garis Lentur pada rangka batang dipengaruhi akibat perubahan panjang dan putaran sudut dari rangkaian batang tersebut. Dimana perubahan Panjang batang bisa ditulis dengan persamaan :

$$\Delta L = \frac{S}{EF} \cdot L$$

$$EF \Delta L = S \cdot L$$

Dimana :

- E : Modulus kenyal (Kg/cm²)
 F : Luas Penampang (cm²)
 S : Gaya batang (Kg)
 L : Panjang Batang (cm)

3. DESAIN RANGKA

Data Rangka Batang

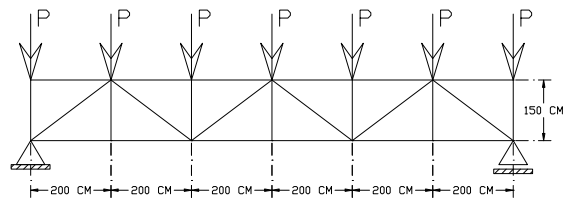
Data Rangka dalam kajian ini sebagai berikut :

- Bentang Rangka : 1200 cm
 Segmen Rangka : 200 cm
 Tinggi Rangka : 150 cm
 Beban Terpusat : 2000 Kg
 Batang Tepi : Baja L 90.90.9
 Batang Dalam : Baja L 60.60.6
 Modulus Elastisitas : 2,1 x 10⁶ (Kg/cm²)

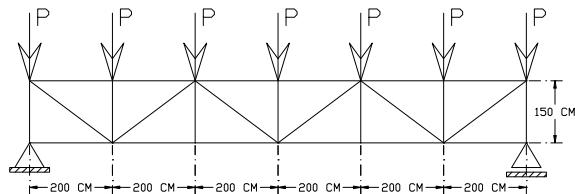
Model Rangka Batang dan Pembebanan

Model Rangka Batang Rasuk Paralel dan Pembebanan dalam kajian ini sebagai berikut :

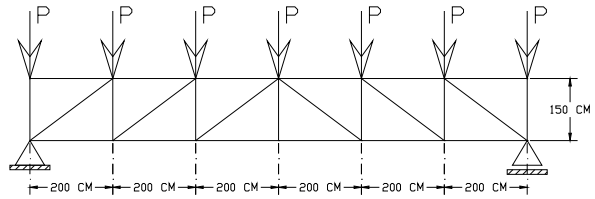
1. Rasuk V (1) dengan Tiang



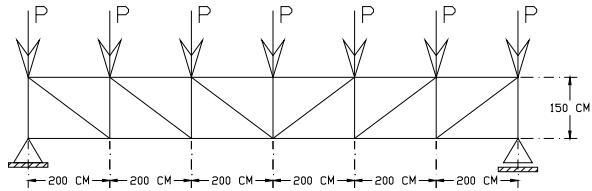
2. Rasuk V (2) dengan Tiang



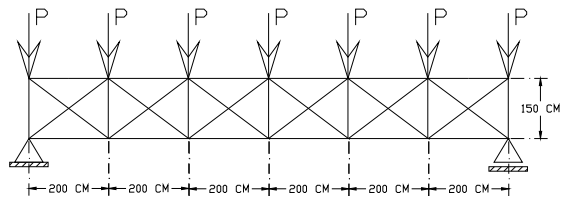
3. Rasuk N Terbalik:



4. Rasuk N :



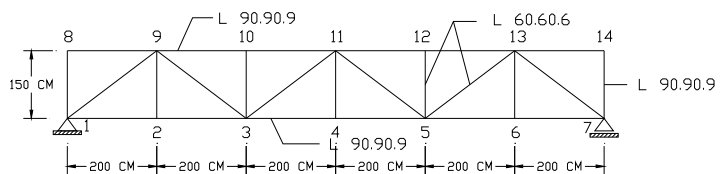
5. Rasuk X



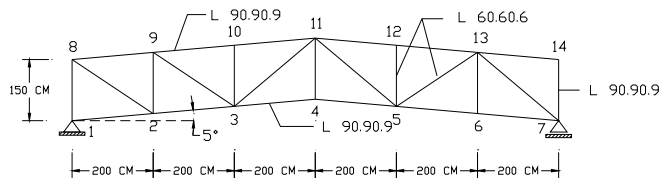
Kemiringan Rangka Batang

Kemiringan Rangka Batang dalam kajian ini sebagai berikut :

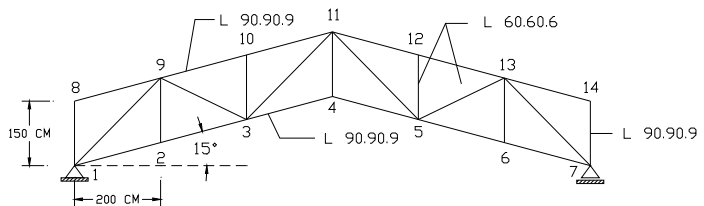
1. Kemiringan 0°



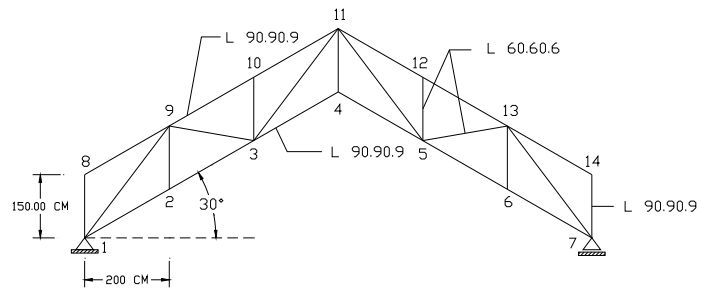
2. Kemiringan 5°



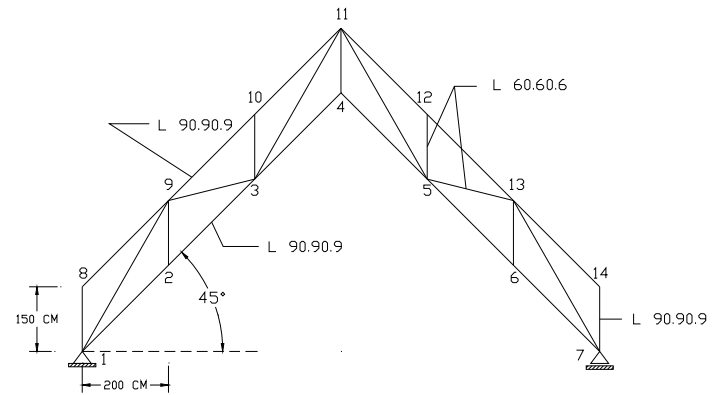
3. Kemiringan 15°



4. Kemiringan 30°



5. Kemiringan 45°



Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Pembebanan dalam kajian diambil sebagai berikut :

DL berat sendiri Rangka Batang dan LL beban terpusat sebesar 2000 Kg ditempatkan pada titik buhul atas.

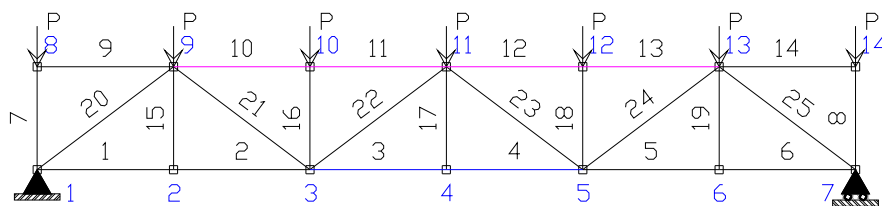
Kombinasi 1 : 1 DL + 1 LL

Kombinasi 2 : 1 LL

4. PEMBAHASAN

Hasil Hitungan Akibat Beban Hidup

a. Model 1

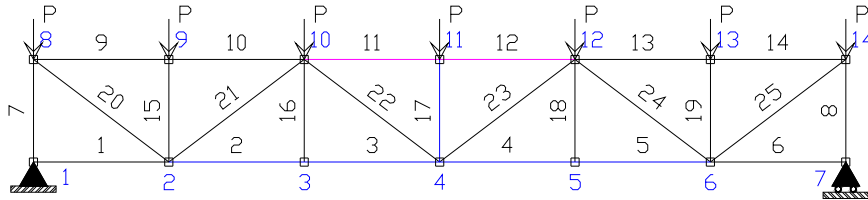


Tabel 1. Hasil perhitungan lendutan Model 1.

NO	FILE	SUDUT	LENDUTAN (CM)			
			Kombinasi 2 : 1 LL			
			TITIK 4	%	TITIK 11	%
1	MODEL 1 S 0	0°	-1,1844	0,00	-1,1844	0,00
2	MODEL 1 S 5	5°	-1,2448	5,10	-1,2231	3,27
3	MODEL 1 S 15	15°	-1,5019	26,80	-1,4354	21,19
4	MODEL 1 S 30	30°	-2,3866	101,50	-2,2433	89,40
5	MODEL 1 S 45	45°	-4,6566	293,15	-4,4085	272,20

Hasil dari perhitungan model 1, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar mempunyai lendutan = 1,1844 cm dan bertambahnya kemiringan ternyata lendutan yang terjadi bertambah besar, kemiringan 45° lendutannya = 4,6566 cm .

b. Model 2



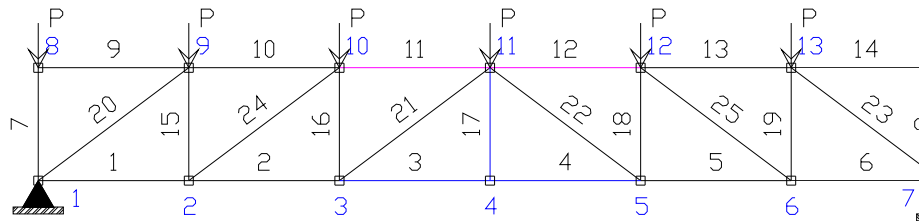
Tabel 2. Hasil perhitungan lendutan Model 2.

NO	FILE	SUDUT	LENDUTAN (CM)			
			Kombinasi 2 : 1 LL			
			TITIK 4	%	TITIK 11	%
1	MODEL 2 S 0	0°	-1,2167	0,00	-1,2374	0,00
2	MODEL 2 S 5	5°	-1,2119	-0,39	-1,2109	-3,28
3	MODEL 2 S 15	15°	-1,3324	9,51	-1,2866	6,10
4	MODEL 2 S 30	30°	-1,9672	61,69	-1,8446	75,14
5	MODEL 2 S 45	45°	-3,8366	215,34	-3,6092	293,48

Hasil dari perhitungan model 2, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar mempunyai lendutan = 1,2167 cm, pada saat kemiringan 5° lendutan mengecil menjadi = 1,2119 cm dan bertambahnya kemiringan

ternyata lendutan yang terjadi bertambah besar, kemiringan 45° lendutannya = 3,8366 cm .

c. Model 3

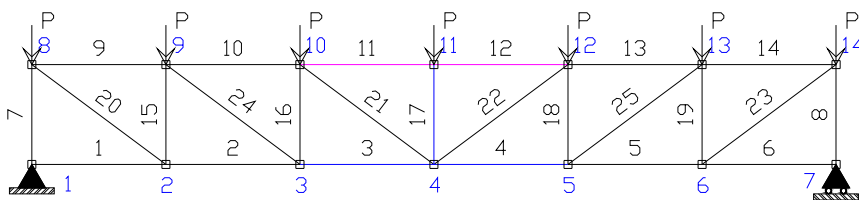


Tabel 3. Hasil perhitungan lendutan Model 3.

NO	FILE	SUDUT	LENDUTAN (CM)			
			Kombinasi 2 : 1 LL			
			TITIK 4	%	TITIK 11	%
1	MODEL 3 S 0	0°	-1,2258	0,00	-1,2258	0,00
2	MODEL 3 S 5	5°	-1,3224	7,89	-1,3007	9,19
3	MODEL 3 S 15	15°	-1,6563	35,12	-1,5898	44,62
4	MODEL 3 S 30	30°	-2,6886	119,34	-2,5453	161,75
5	MODEL 3 S 45	45°	-5,2193	325,80	-4,9712	459,10

Hasil dari perhitungan model 3, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar mempunyai lendutan = 1,2258 cm dan bertambahnya kemiringan ternyata lendutan yang terjadi bertambah besar, kemiringan 45° lendutannya = 5,2193 cm .

d. Model 4

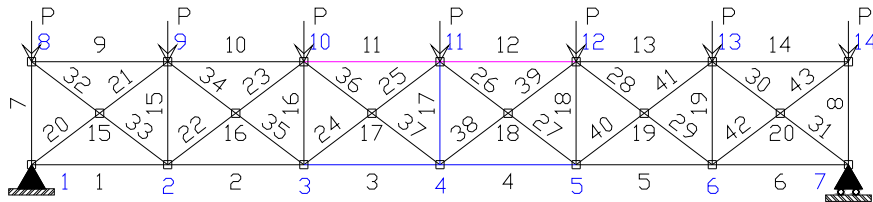


Tabel 4. Hasil perhitungan lendutan Model 4.

NO	FILE	SUDUT	LENDUTAN (CM)			
			Kombinasi 2 : 1 LL			
			TITIK 4	%	TITIK 11	%
1	MODEL 4 S 0	0°	-1,2994	0,00	-1,3200	0,00
2	MODEL 4 S 5	5°	-1,2583	-3,16	-1,2573	-8,28
3	MODEL 4 S 15	15°	-1,3021	0,21	-1,2563	-8,42
4	MODEL 4 S 30	30°	-1,7892	37,70	-1,6666	45,75
5	MODEL 4 S 45	45°	-3,3979	161,51	-3,1705	244,27

Hasil dari perhitungan model 4, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar mempunyai lendutan = 1,2994 cm, pada saat kemiringan 5° lendutan mengecil menjadi = 1,2583 cm dan bertambahnya kemiringan ternyata lendutan yang terjadi bertambah besar, kemiringan 45° lendutannya = 3,3979 cm .

e. Model 5



Tabel 4. Hasil perhitungan lendutan Model 4.

NO	FILE	SUDUT	LENDUTAN (CM)			
			Kombinasi 2 : 1 LL			
			TITIK 4	%	TITIK 11	%
1	MODEL 5 S 0	0°	-0,9259	0,00	-0,9336	0,00
2	MODEL 5 S 5	5°	-0,9492	2,51	-0,9388	0,49
3	MODEL 5 S 15	15°	-1,0854	17,23	-1,0374	9,69
4	MODEL 5 S 30	30°	-1,6383	76,93	-1,5218	54,91
5	MODEL 5 S 45	45°	-3,2414	250,06	-3,0235	195,11

Hasil dari perhitungan model 5, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar mempunyai lendutan = 0,9259 cm dan bertambahnya

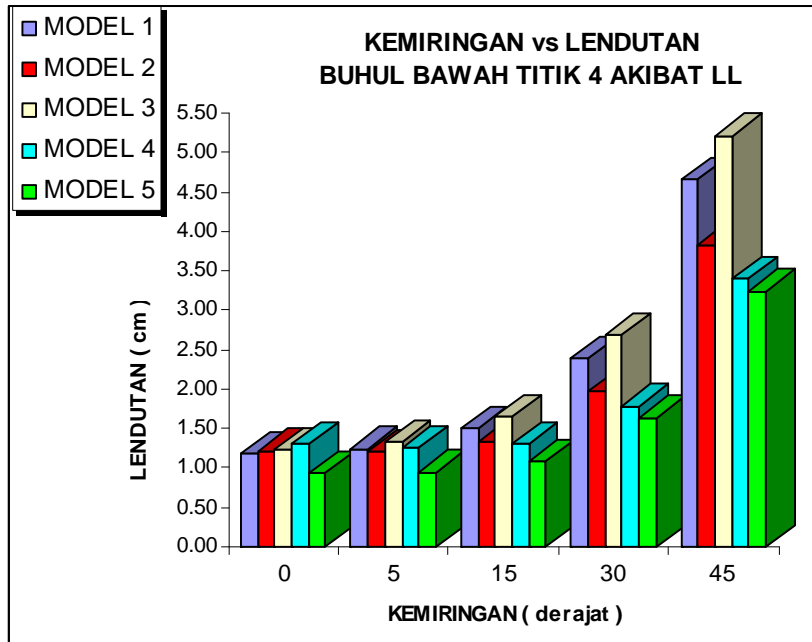
kemiringan ternyata lendutan yang terjadi bertambah besar, kemiringan 45°
lendutannya = 3,2414 cm .

Hasil Hitungan Model 1,2,3,4 Dan 5 Akibat Beban Hidup dengan kemiringan

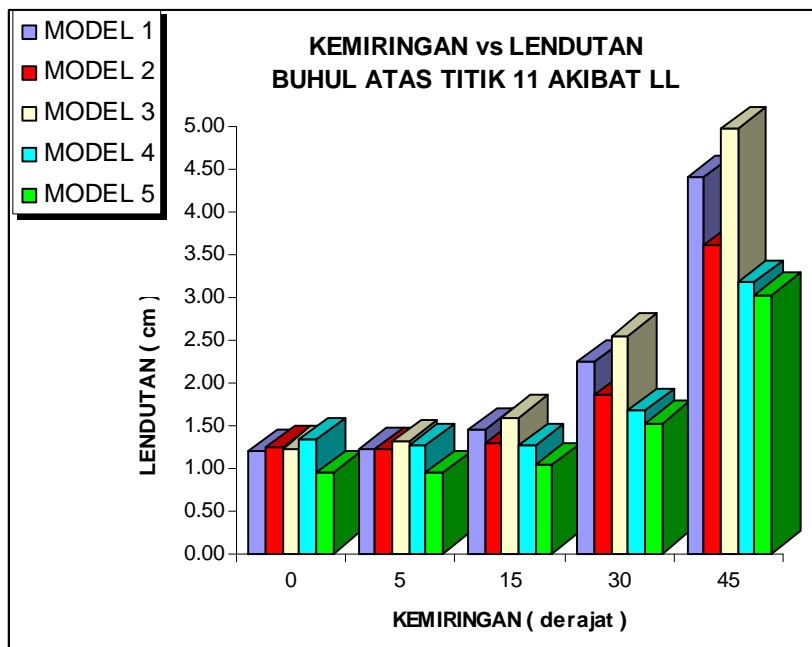
**Tabel 5. Hasil Perhitungan Lendutan Di Tengah Bentang
Akibat Beban Hidup.**

NO	SUDUT (°)	LENDUTAN (CM)				
		Kombinasi 2 : 1 LL				
		TITIK 4	TITIK 4	TITIK 4	TITIK 4	TITIK 4
		MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5
1	0	1,1844	1,2167	1,2258	1,2994	0,9259
2	5	1,2448	1,2119	1,3224	1,2583	0,9492
3	15	1,5019	1,3324	1,6563	1,3021	1,0854
4	30	2,3866	1,9672	2,6886	1,7892	1,6383
5	45	4,6566	3,8366	5,2193	3,3979	3,2414
		TITIK 11	TITIK 11	TITIK 11	TITIK 11	TITIK 11
		MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5
1	0	1,1844	1,2374	1,2258	1,3200	0,9336
2	5	1,2231	1,2109	1,3007	1,2573	0,9388
3	15	1,4354	1,2866	1,5898	1,2563	1,0374
4	30	2,2433	1,8446	2,5453	1,6666	1,5218
5	45	4,4085	3,6092	4,9712	3,1705	3,0235

Hasil dari perhitungan, lendutan yang terjadi pada titik 4 dengan kondisi datar maupun dengan kemiringan, lendutan yang paling kecil adalah model 5 = 0,9259 cm, pada saat kemiringan 5° lendutan yang mengecil adalah model 2 = 1,2119 cm, kondisi datar = 1,2167 cm dan model 4 = 1,2583 cm, kondisi datar = 1,2994 cm



Gambar 4.1 Grafik Kemiringan Rangka Terhadap Lendutan Di Tengah Bentang Pada Titik 4 Buhul Bawah Akibat Beban Hidup



Gambar 4.2 Grafik Kemiringan Rangka Terhadap Lendutan Di Tengah Bentang Pada Titik 11 Buhul Atas Akibat Beban Hidup

5. KESIMPULAN

1. Untuk kondisi datar maupun kondisi miring, lendutan yang paling kecil adalah bentuk rangka model 5.
2. Untuk kondisi kemiringan sekitar 5° bentuk rangka yang paling baik adalah model 2 dan model 4 karena lendutan yang terjadi lebih kecil dari kondisi datar.
3. Lendutan pada rangka batang ternyata tidak mengikuti fungsi momen, karena ada pengaruh perpendekan atau perpanjangan batang serta pengaruh putaran sudut titik pertemuan antar batang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chu Kia Wang, (1952), "Statically Indeterminate Structures", McGraw-Hill Kogakusha, LTD.
2. Soemono, (1980), "Statika 2 - Bangunan Rangka Batang", ITB Bandung.

STUDI PENDAHULUAN SIMULASI NUMERIKAL METODE ELEMEN HINGGA SAMBUNGAN BALOK-KOLOM BAJA TIPE *CLIP-ANGLE*

Yonathan Aditya Santoso¹, Noek Sulandari², Yosafat Aji Pranata³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH., No. 65, Bandung, 40164

E-mail: yonathanaditya90@hotmail.com

ABSTRAK

Penggunaan struktur baja yang dapat di terapkan dalam lapangan adalah untuk pembangunan baja, gudang atap suatu gedung atau sekolah, sebagai rangka konstruksi suatu jembatan dan konstruksi pengeboran lepas pantai. Sambungan balok ke kolom dapat di klasifikasikan menjadi sambungan kaku, sambungan geser sederhana, sambungan semi kaku. Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) adalah suatu metode numerik dengan tujuan memperoleh pemecahan pendekatan dari suatu persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equation*). Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari simulasi numerik metode elemen hingga dengan perangkat lunak komputer untuk studi kasus sambungan balok ke kolom, Membandingkan hasil simulasi numerik metode elemen hingga dengan hasil eksperimental dari Hu et.al.. Dari hasil simulasi numerikal dapat diperoleh informasi mengenai *slip* pada baut, yaitu 0,0411 mm (untuk beban 200000 N). Mengingat toleransi lubang baut adalah 2 mm maka *slip* ini terjadi masih dalam rentang celah antara lubang baut dengan permukaan baut. Kesimpulannya sambungannya kaku. Pada beban 200000 N (beban batas Proposional), lendutan pada balok yang terjadi adalah sebesar 1,056 mm (batasan ijin 1,99 mm). Artinya pada rentang beban elastik, lendutan yang terjadi masih memenuhi batasan ijin. Simulasi numerikal dengan perangkat lunak ADINA mempunyai manfaat yaitu, dapat digunakan untuk mengetahui besarnya *slip* pada sambungan.

Kata Kunci: sambungan balok-kolom, *clip-angle*, metode elemen hingga, elastik.

ABSTRACT

The Use of steel structure that can be of steel shed roof of a building or a school, a frame construction of a bridge and construction of offshore drilling. Beam to coloum connections can be classified into rigid connections, the connection is simple shear, semi-rigid connections. Finite Element Method is a numerical method in order to obtain an approximation of the solution of partial differensial equations Partial Differential Equation). The purpose of this research to study the finite element method numerical simulations with thw computer software, comparing the results of numerical simulations of the finite element method with experimental result from Hu et.al.. From the numerical simulation results can be obtained information about the slip on the bolt, which is 0,0411 mm (to 200000 N load). The tolerance of the bolt holes are 2 mm then the slip is occurring is in the range of the gap between the screw holes with surface of the bolt. At 200000 N load (proportional limid load), the beam deflections that occurs is Of 1,056 mm permit under the provisions of the allowable limit is equal to 1,99 mm. This is in the range of elastic load, deflection could still meet the permit limits. Numerical simulation with ADINA software has benefits that can be used to determine the amount of slip on connection.

Keywords : beam-coloum connections, *clip-angle*, finite element method, elastic.

1. PENDAHULUAN

Sambungan balok ke kolom dapat di klasifikasikan menjadi: sambungan kaku, sambungan geser sederhana, sambungan semi kaku. Sambungan kaku adalah sambungan dengan kekakuan yang cukup untuk mempertahankan sudut asli antara bagian berpotongan hampir tidak berubah di bawah beban desain. Sambungan geser sederhana adalah sambungan pengekangan rotasi nol pada sambungannya. Sambungan semi kaku adalah sambungan yang memiliki kapasitas momen diandalkan dan dalam rentang derajat untuk kekakuan sambungan kaku dan fleksibilitas sambungan geser sederhana.

Tujuan penelitian adalah mempelajari simulasi numerik metode elemen hingga dengan perangkat lunak komputer untuk studi kasus sambungan balok ke kolom baja dan membandingkan hasil simulasi numerik metode elemen hingga dengan hasil eksperimental dari Jong-Wan Hu, Roberto T. Leon, and Eunsoo Choi (Hu et.al., 2011).

Ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Jenis sambungan yang digunakan adalah baut.
2. Data penelitian eksperimental sambungan baja menggunakan sumber literatur [Jong-Wan Hu, Roberto T. Leon, and Eunsoo Choi, 2011].
3. Perilaku yang dipelajari adalah *slip* pada baut akibat adanya beban yang bekerja.
4. Perangkat lunak menggunakan ADINA [ADINA, 8.6], dengan pertimbangan dapat memodelkan problem kontak antara baut terhadap lubang, antara pelat penyambung dengan balok-kolom, serta dapat memodelkan *Slip*.
5. Beban yang ditinjau masih dalam rentang elastik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sambungan Baja (Vinnakota, 2006; Salmon dan Johnson, 2009)

Semua sambungan memberikan beberapa batasan untuk rotasinya agar batang-batang dapat terhubung dengan baik. Berdasarkan hal ini maka sambungan balok-ke-kolom dapat di klasifikasikan menjadi sambungan kaku, sambungan geser sederhana dan sambungan semi kaku. Sambungan kaku adalah sambungan dengan kekuatan yang cukup untuk mempertahankan sudut asli dengan konstan selama pembebanan. Sambungan geser sederhana terjadi jika kekangan rotasi pada ujung-ujung batang di buat sekecil mungkin atau nol untuk menahan sambungan. Untuk balok, perangkaan sederhana diharapkan hanya memberikan gaya geser pada ujung-ujungnya.

Sambungan semi kaku adalah sambungan yang memiliki kapasitas momen yang dapat di andalkan atau dikenal sebagai gabungan antara kekakuan sambungan kaku dan fleksibilitas sambungan geser sederhana. Proses kekakuan cukup untuk mengembangkan

tahanan penuh untuk gaya geser dan momen lentur. Sambungan geser sederhana dirancang untuk memberikan gaya geser saja dengan asumsi tidak terjadi momen lentur pada sambungan tersebut. Sambungan semi kaku dirancang untuk menahan gaya geser dan momen lentur yang nilainya adalah diantara nilai untuk sambungan geser sederhana dan kaku penuh.

Dalam sebuah sambungan dudukan-tanpa pengaku, suatu balok ditumpu pada dudukan, dengan atau tanpa pengaku, dirancang untuk menahan seluruh reaksi, akan tetapi harus selalu digunakan bersama dengan siku pengapit atas yang dimaksudkan memberikan tumpuan lateral pada flens tekan. Sambungan dudukan dimaksudkan untuk mentranfer reaksi vertikal saja, dan tidak memberikan momen tahanan yang signifikan pada ujung balok, sehingga dudukan dan siku-siku atas harus relatif fleksibel. Balok akhir bertumpu pada kaki dari sudut, disebut sudut dudukan, yang lain kaki dalam bergerak atau dilas ke batang pendukung. Sudut dudukan biasanya melekat pada batang pendukung. Ini adalah jenis utama dari sambungan digunakan untuk menghubungkan balok ke badan kolom. Sambungan yang diletakan tidak kaku juga digunakan menghubungkan balok ke sayap kolom.

Sambungan dudukan berpengaku terdiri dari dudukan pelat, elemen kaku dan sudut atas, dudukan kaku dapat dibaut atau dilas. Sambungan dudukan kaku baut terdiri dari dudukan pelat kaku oleh sepasang sudut. Sambungan dudukan kaku las terdiri dari dua pelat. Sambungan dudukan berpengaku tidak dimaksudkan sebagai bagian dari sambungan penahan momen, tetapi lebih sebagai penumpu beban vertikal.

2.2 Metode Elemen Hingga

Dalam mekanika struktur sifat material yang mengalami tegangan nonlinier diperhitungkan karena menyebabkan runtuh atau rangkak, dan munculnya tekuk lokal. Material disebut nonlinier apabila sifat dari material adalah fungsi dari kondisi tegangan atau regangan, termasuk elastisitas nonlinier, plastisitas dan rangkak. Masalah yang timbul dalam material adalah material menjadi nonlinier karena kekakuan, dan kemungkinan termasuk akibat beban yang menjadi fungsi dari peralihan atau deformasi (ADINA, 2009).

Penyelesaian perhitungan tegangan nonlinier dapat menggunakan variabel dari aljabar, differensial suatu daerah serta memenuhi syarat-syarat batas. Penentuan syarat batas adalah tidak mudah meskipun untuk masalah sederhana. Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) adalah suatu metode numerik dengan tujuan memperoleh

pemecahan pendekatan dari suatu persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equation*).

Pada metode elemen hingga kesulitan dalam metode numerik dan penentuan syarat-syarat batas dapat diatasi dengan membagi sebuah kontinum menjadi bagian-bagian kecil yang disebut elemen, sehingga solusi dalam tiap bagian kecil dapat dinyatakan dalam fungsi yang jauh lebih sederhana daripada fungsi untuk keseluruhannya. Bagian-bagian kecil tadi secara matematis dihubungkan satu sama lain dengan kondisi sedemikian sehingga kompatibel dan kontinum antar bagian kecil atau elemen.

Perangkat lunak ADINA adalah sebuah perangkat lunak yang dipakai untuk memudahkan pengguna karena dapat melakukan analisis nonlinier dengan penambahan beban dinamik secara otomatis. Elemen *3-D solid* adalah elemen dengan 4–20 titik nodal atau elemen *isoparametric* dengan 21 atau 27 titik nodal yang dapat diaplikasikan untuk analisis umum elemen *3-D solid*. *Time step* dapat ditentukan oleh pengguna atau dapat dihitung secara otomatis. Ketika pengguna menentukan waktunya maka program ini tidak dapat melakukan apapun untuk memeriksa stabilitas. Hal ini, untuk memastikan bahwa *time step* yang tepat stabil digunakan, yaitu dengan cara mendefinisikan *time step* untuk mengontrol waktu atau beban. Setiap baris masukan mendefinisikan sejumlah langkah yang harus di ambil untuk ukuran langkah yang diberikan. Satu blok waktu didefinisikan dengan satu langkah dari ukuran langkah.

Dalam analisis statis dimana efek waktu tidak tergantung terhadap model bahan, maka waktu adalah variable “*dummy*” yang digunakan, melalui fungsi waktu terkait dari masing–masing beban yang diterapkan, untuk menentukan langkah intensitas beban. Dengan demikian selisih *time step* langsung menetapkan kenaikan beban.

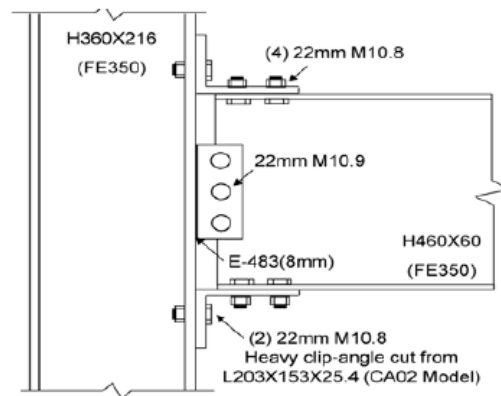
Metode *load-displacement-control* (metode panjang busur) dapat digunakan untuk memecahkan persamaan keseimbangan model nonlinier sampai keruntuhannya. Jika diinginkan, pasca respon runtuhnya model ini juga dapat dihitung. Fitur utama dari metode ini adalah bahwa tingkat beban eksternal diatur secara otomatis oleh program ini. Metode LDC hanya dapat digunakan dalam analisis statis nonlinier dimana tidak ada suhu, laju- regangan, tekanan pipa internal.

3. STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

Data model struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Kolom : H360x216 (W14x145)
- Balok : H460x60 (W18x40)
- *Clip Angle-Connections* : L203x153x25.4
- Tipe Baut : ASTM A490 dengan diameter 22 M 10.8
- Data material yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Mutu baja : FE 350 (grade steel 50, $f_y = 350$ MPa)
- Modulus Elastisitas : $E = 200000$ MPa

Langkah awal dalam analisa statik adalah membentuk komponen struktur secara tiga dimensi balok-kolom. Berikut ini langkah-langkah dalam memodelkan komponen diatas dengan menggunakan program *ADINA 8.6*. Membuat model baru dengan ketentuan sebagai berikut: Kolom H360x216 (W14x145), Balok H460x60 (W18x40), *Clip Angle-Connections* L203x153x25.4, dan tipe baut ASTM A490 dengan diameter 22 M 10.8 (Gambar 1). Pada penelitian ini, dilakukan pemodelan *contact problem*. *Contact* yang dilakukan antara baut dengan pelat siku, antara baut dengan *flens* balok dan *flens* kolom dan antara pelat siku dengan *flens* balok dan *flens* kolom.



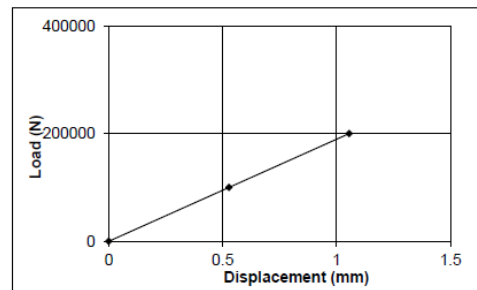
Gambar 1. Sambungan *Clip-Angle* [Hu et.al., 2011].

Berdasarkan hasil penelitian ini *displacement* maksimum (Gambar 2) di ujung balok pada beban 100000 N terletak pada titik nodal 2 dengan nilai 0,5280 mm. Pada beban 200000 N *displacement* maksimum di ujung balok terletak pada titik nodal 2 dengan nilai 1,056 mm. Seperti terlihat dalam tampilan berikut yang menunjukkan letak elemen yang ditinjau.

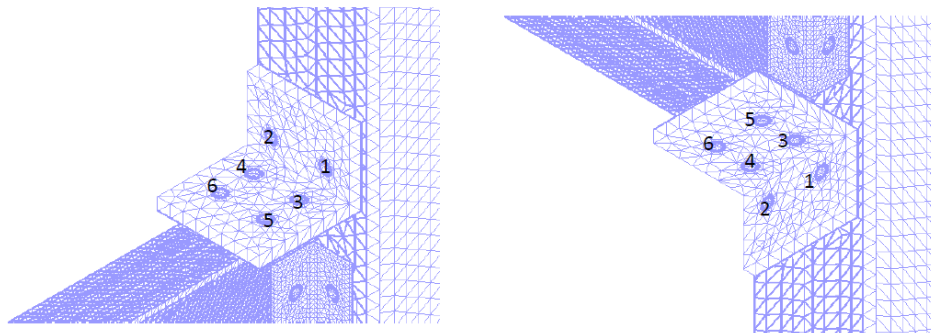


Gambar 2. Tampilan titik nodal dan elemen yang ditinjau.

Gambar 3 memperlihatkan kurva hubungan antara beban vs lendutan berdasarkan hasil analisis metode elemen hingga. Pada beban 100000 N dan beban 200000 N menunjukkan fase elastis, dimana pada fase ini hubungan tegangan regangan adalah linier.



Gambar 3. Kurva hubungan beban vs lendutan tinjauan pada titik nodal 2.



(a). Bagian atas.

(b). Bagian bawah.

Gambar 4. Tampilkan *clip-angle*.

Hasil bacaan *displacement* (selanjutnya disebut *slip* pada baut) untuk baut yang dipasang pada *clip-angle* bagian atas selengkapnya ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 (Gambar 4). Sedangkan untuk *clip-angle* bagian bawah selengkapnya ditampilkan pada

Tabel 3 dan Tabel 4. Kemudian hasil bacaan *slip* baut pada pelat yang dipasang pada masing-masing sisi depan dan belakang (*web*) balok untuk menyambung dengan kolom selengkapnya ditampilkan pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Tabel 1. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian atas akibat beban 100000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0	0,0032	0
2	0	0,0022	0
3	0,0363	0,0356	0,1302
4	0,0370	0,0363	0,1329
5	0,0029	0,0029	0,0098
6	0,0034	0,0035	0,0125

Tabel 2. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian bawah akibat beban 200000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0	0,0029	0
2	0	0,0295	0
3	0,0737	0,0728	0,2640
4	0,0747	0,0738	0,2676
5	0,0076	0,0076	0,0257
6	0,0082	0,0082	0,0294

Tabel 3. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian atas akibat beban 100000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0003	0,0030	0,0008
2	0,0003	0,0030	0,0008
3	0,0751	0,0743	0,1876
4	0	0,0022	0
5	0,0735	0,0760	0,1832
6	0,0993	0,00225	0,1973

Tabel 4. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian bawah akibat beban 200000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0003	0,0039	0,0011
2	0,0003	0,0039	0,0011
3	0,1506	0,1497	0,3770
4	0,2159	0,0002	0,4658
5	0,1486	0,1516	0,3270
6	0,2049	0,0029	0,3896

Tabel 5. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian depan akibat beban 100000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0001	0,0004	0,0001
2	0,0001	0,0003	0,0001
3	0	0,0001	0
4	0	0,0005	0
5	0	0,0005	0
6	0,0002	0,0004	0,0001

Tabel 6. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian depan akibat beban 200000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0003	0,0010	0,0003
2	0,0003	0,0011	0,0004
3	0,0004	0,0011	0,0004
4	0	0,0001	0
5	0	0,0001	0
6	0,0003	0,0009	0,0002

Tabel 7. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian belakang akibat beban 100000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0007	0,0017	0
2	0,0007	0,0008	0
3	0,0004	0,0005	0
4	0	0,0005	0
5	0	0,0005	0
6	0	0,0005	0

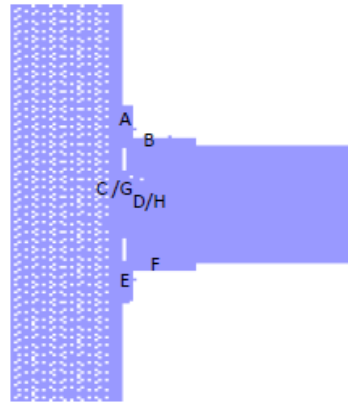
Tabel 8. *Slip* pada baut *clip-angle* bagian belakang akibat beban 200000 N.

# Baut	Translasi (mm)		
	X	Y	Z
1	0,0012	0,0028	0
2	0,0010	0,0012	0
3	0,0007	0,0009	0
4	0	0,0010	0
5	0	0,0010	0
6	0	0,0010	0

Berikut ini adalah tabel perbandingan hasil simulasi dengan hasil eksperimental untuk *slip* baut. Perhitungan *slip* baut diasumsikan sebagai nilai rata-rata dari nilai *slip* seluruh baut (yaitu translasi-x) pada tinjauan sambungan pelat atas terhadap flens balok.

Tabel 9. Perbandingan hasil simulasi numerikal terhadap tinjauan literatur (hasil eksperimental) untuk beban 100000 N.

<i>Slip</i> baut	ADINA	Eksperimental
Arah-x	0,0199	< 0,1 mm
Arah-y	0,0196	-
Arah-z	0,0714	-



Gambar 5. Skematik tampak samping model sambungan balok-kolom.

Secara umum, *slip* yang terjadi pada baut, untuk masing-masing pelat sisi atas dan bawah yang menyambung pada *flens* balok terhadap kolom, dan masing-masing pelat sisi kiri dan kanan yang menyambung pada *web* balok terhadap kolom, hasilnya yaitu *slip* bagian B (tranlasi-x) = 0,0199 mm dan *slip* bagian F (tranlasi-x) = 0,06197 mm (Gambar 5).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi numerikal dapat diperoleh informasi mengenai *slip* pada baut, yaitu 0,0411 mm (untuk beban 200000 N). Mengingat toleransi lubang baut adalah 2 mm maka *slip* ini terjadi masih dalam rentang celah antara lubang baut dengan permukaan baut.
2. Pada beban 200000 N (beban batas Proposional), lendutan pada balok yang terjadi adalah sebesar 1,056 mm. Berdasarkan ketentuan ijin batasan yang diijinkan adalah sebesar 1,99 mm. Artinya pada rentang beban elastik, lendutan yang terjadi masih memenuhi batasan ijin.
3. Simulasi numerikal dengan perangkat lunak ADINA mempunyai manfaat yaitu, dapat digunakan untuk mengetahui besarnya *slip* pada baut.

Mengingat keterbatasan lingkup penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka saran yang disampaikan adalah sebagai berikut ini:

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari perilaku sambungan balok-kolom pada rentang beban pasca elastik.
2. Perlunya mempelajari pengaruh besarnya *pretension* pada baut dan tegangan yang terjadi pada baut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adina Solids & Structures Definition , Inc, May, 2009, “*ADINA version 8.6.*”, Adina R & D, Inc., Watertown, MA 02472 USA.
2. Badan Standardisasi Nasional, 2002, *Standar Perencanaan struktur baja untuk Bangunan Gedung* (SN1 03-1729–2002).
3. Jong-Wan Hu¹, Roberto T. Leon², and Eunsoo Choi³, March, 2011, *International Journal of Steel Structures*, Vol 11, No 1, 1-1.
4. Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Erlangga.
5. Vinnakota, S., 2006, *Steel Structure : Behavior and LRFD* , McGraw-hill Companies, Singapore.
6. Charles G. Salmon, John E. Johnson. 2009, *Steel Structures Design and Behavior Fifth Edision*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
7. James M. Gere, Stephen P. Timoshenko. 1996 , *Mekanika Bahan Jilid 2 Edisi Keempat*, Erlangga, Jakarta.

PENELITIAN AIR BERSIH DI PT. SUMMIT PLAST CIKARANG

Maria Christine Sutandi

Jurusan Teknik Sipil - Universitas Kristen Maranatha

Email: mrxtine@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar dan sangatlah penting bagi manusia, karena manusia tidak dapat bertahan hidup tanpa air, terutama sebagai air minum, disamping sebagai mandi, cuci, dan kakus. Kebutuhan akan air bersih mengalami peningkatan kurang lebih 1 % setiap tahunnya seiring dengan meningkatnya populasi manusia sebesar 2 % pertahun. Dengan meningkatnya populasi manusia yang pada umumnya diiringi juga dengan modernisasi serta menurunnya lingkungan hidup, maka kebutuhan akan air bersih sangatlah penting, karena air bersih ini berperan cukup besar dalam kesehatan. Dalam hal ini air yang sering dipakai oleh manusia adalah air permukaan, sehingga dapat dipastikan air yang akan ditinjau adalah air permukaan, jikalau air permukaan ini mengalami penurunan kualitas akibat ulah manusia sendiri, maka dapatlah dipastikan kesehatan pastilah menurun. Untuk itulah disarankan untuk ditelaah lebih mendalam air yang ada disekitar lokasi yang akan dibuat perindustrian ini, agar tidak merusak lingkungan dan masyarakat juga tidak mengalami gangguan kesehatan.

Kata Kunci : Air Bersih.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar dan sangatlah penting bagi manusia, karena manusia tidak dapat bertahan hidup tanpa air, terutama sebagai air minum. Ketersedian air di dunia ini tidak pernah berkurang, bahkan dapat dikatakan berlimpah, tetapi yang dapat dikonsumsi oleh manusia hanya sekitar 5 % saja, sedangkan dengan tingginya tingkat modernisasi menyebabkan menurunnya kualitas air yang 5 % tadi sehingga makin sedikitlah jumlah air yang dapat dikonsumsi. Setiap tahun kondisi lingkungan hidup cenderung menurun. Selain krisis air, negeri ini juga menjadi langganan bencana alam. Untuk menghindari adanya kerusakan lingkungan maka diadakan penelitian air pada lokasi setempat. Apakah air tanah lokasi ini bersih.

Selain hal diatas, tingkat populasi manusia pun bertambah sekitar 2 %, sehingga makin besar pula tingkat kebutuhan akan air bersih ini. Kondisi ini akan bertambah parah ditahun 2025, dikarenakan 1,8 miliar manusia akan tinggal di kawasan yang mengalami kelangkaan air secara absolut. Akibat kelangkaan air bersih ini pastilah berdampak negatif terutama dibidang kesehatan.

Sistem penyediaan air bersih di daerah perkotaan dianjurkan diperbanyak, tetapi hal demikian sangatlah banyak kendalanya, antara lain cakupan pelayanan yang rendah, tingkat pendidikan masyarakat yang rendah pula dan yang terutama kepedulian masyarakat akan kebersihan lingkungan yang semakin hari semakin tidak peduli.

Sehingga dalam hal ini diperlukan adanya observasi terhadap sarana dan prasarana yang telah ada selain membangun kepedulian masyarakat sekitar tempat tinggalnya akan kebersihan lingkungan.

Air bersih disini didefinisikan sebagai air yang memenuhi persyaratan kesehatan, baik itu untuk minum, mandi, cuci dan lain sebagainya. Air yang bersih sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia.

Air dikatakan Bersih bila :

1. Terlihat jernih
2. Tidak berbau
3. Tidak mempunyai rasa

Adapun dibangunnya sarana air bersih antara lain adalah untuk meningkatkan kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, meningkatkan efisiensi waktu dan efektifitas pemanfaatan air bersih. Dalam hal disini sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan adalah air tanah. Sedangkan air tanah yang boleh dipakai adalah air permukaan. Air tanah pada lokasi ini antara kedalaman 10 - 14 m

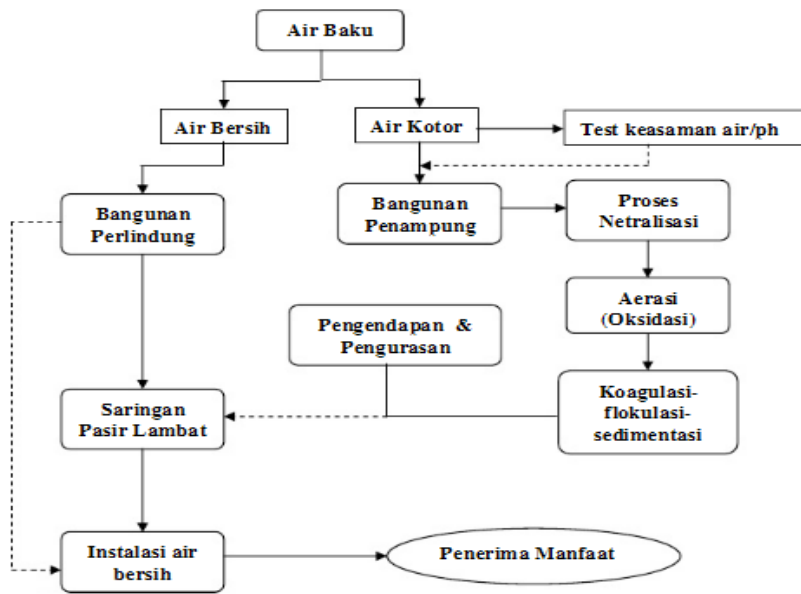
Air tanah ini akan diambil dengan cara digali yang diberi pompa, apakah itu jenis dari pompa mesin maupun pompa tangan atau di timba, karena hal demikian termudah dan aman serta yang terpenting adalah tidak merusak lingkungan sekitar.

Tujuan Penelitian

Mempelajari air tanah permukaan, sehingga dapat dijadikan air bersih.

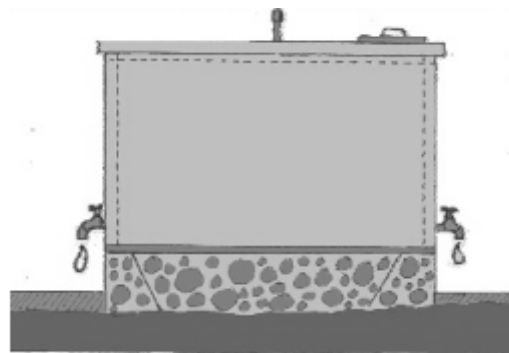
Ruang Lingkup

- Air permukaan kedalaman 10m – 14m.
- Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel pada lokasi dan lokasi sekitar, yaitu pada PT.Summit Plast, Cikarang.



Gambar 1. Bagan Pengolahan Air Baku.

Air yang diambil pada awalnya akan ditampung pada tempat penampungan yang memenuhi syarat - syarat tertentu, antara lain sebagai pelepas tekanan, tempat pengendapan, dinding tidak bersudut dengan tujuan mudah untuk dibersihkan, di bagian atas mempunyai lubang untuk orang masuk guna memperbaiki maupun pembersihan dll.



Gambar 2. Contoh Bak Penampungan sederhana.

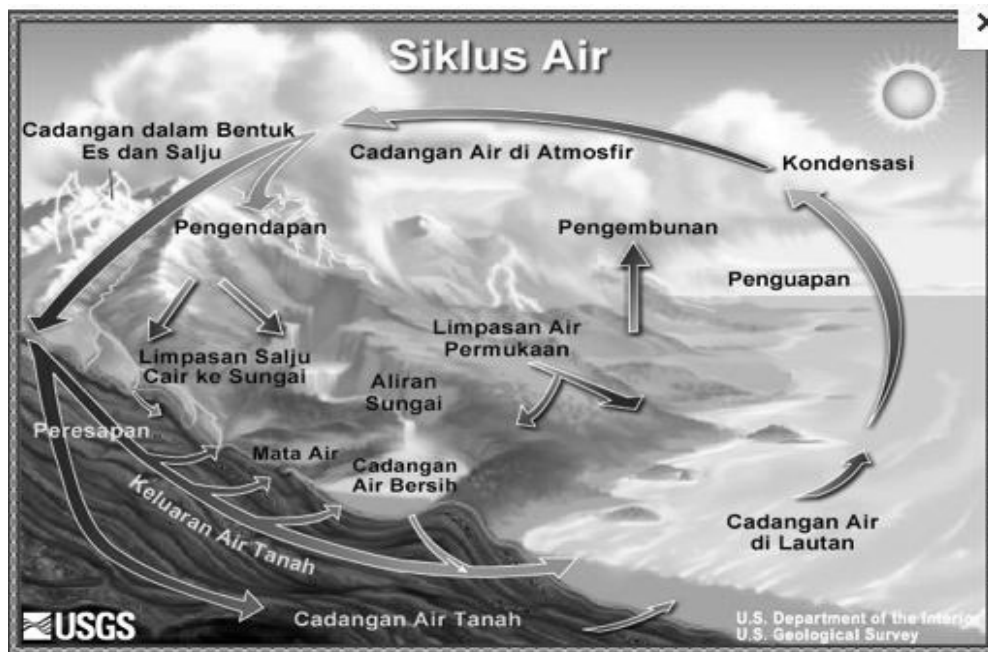
2. TINJAUAN LITERATUR

Berdasarkan UU RI No.7 Tahun 2004 dan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002, disebutkan beberapa pengertian terkait dengan air, yaitu Sumber Daya Air adalah air dengan daya air yang ada di dalamnya. Air adalah segala jenis air yang ada di sekitar bumi ini termasuk yang ada di dalamnya.

Sedangkan Air Bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang memenuhi syarat tertentu, seperti tidak berbau, tidak mempunyai rasa dan terlihat jernih. Air Bersih ini dapat terlihat di permukaan tanah, didalam tanah serta di udara.

Dengan kepadatan penduduk yang semakin meningkat, tingkat kesadaran akan kebersihan lingkungan yang menurun serta tingginya eksploitasi sumber air, hal demikian sangatlah berpengaruh terhadap kualitas air.

Pemerintah mengeluarkan Kepmenkes No 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat dan pengawasan Kualitas Air, antara lain bebas dari bahan-bahan anorganik dan organik serta bebas dari zat-zat kimia berbahaya.



Gambar 3. Siklus Air [http:// Google.com/search/siklus air].

Air merupakan zat cair yang dinamis bergerak dan mengalir melalui siklus hidrologi yang abadi. Siklus tersebut adalah pertama, penguapan dari laut ke udara sebanyak 502.800 km³ dan penguapan dari daratan sebanyak 74.200 km³ per tahun. Kemudian kedua, curah hujan (yang berasal dari penguapan air dari laut dan darat , yang jatuh ke laut sebanyak 458.000 km³ dan ke daratan 119.000 km³ per tahun. Ketiga, air daratan berjumlah 44.800 km³ terbagi menjadi 42.700 km³ mengalir di permukaan tanah dan 2,100 km³ mengalir di dalam tanah selanjutnya semua berkumpul di laut.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil penelitian 1.

No	Parameter	Satuan	Batas max air bersih	Hasil Penelitian			
				A	B	C	D
	FISIKA						
1	Warna	TCU	50	18	2	1	3
2	Rasa	-	x	x	x	x	x
3	Bau	-	x	x	x	x	x
4	Kekeruhan	NTU	25	2.7	0	0	2.9
5	Konduktiviy	Ms	-	80	99	205	578
	KIMIA						
6	pH	mg/L	6.5-9.0	7.27	5.24	4.48	6.65
7	Besi	mg/L	1	0.38	0.03	0.04	0.03
8	Kalsium	mg/L	200	12.15	151	29	45
9	Kholida	mg/L	600	5.3	7.7	15	17
10	Kesadahan	mg/L	500	49.55	456.88	103.88	105.91
11	Magnesium	mg/L	150	4.38	18.6	11.1	7.3
12	Mangan	mg/L	0.5	0.28	9.44	13.29	1.81
13	Nitrat	mg/L	50	16.8	5.9	10.2	19.6
14	Nitrit	mg/L	3	0.578	0.041	0.237	0.389
15	Sulfat	mg/L	400	7.5	348.49	121.67	75.93
16	Zat Padat Terlarut	mg/L	1500	62	734	250	381
17	Zat Organik	mg/L	-	8.1	2.3	1.9	0.2
18	Timbal	mg/L	0.05	0.02	0.67	0.18	0.001
19	Kronium	mg/L	0.05	0	0.03	0.02	0
	BIOLOGI						
20	Bakteri Coliform		-	-	-	-	-

Tabel 2. Hasil penelitian 2.

No	Parameter	Satuan	Batas max air bersih	Hasil Penelitian			
				E	F	G	H
	FISIKA						
1	Warna	TCU	50	28	13	32	5
2	Rasa	-	x	x	x	x	x
3	Bau	-	x	x	x	x	x
4	Kekeruhan	NTU	25	2.7	0	0	2.9
5	Konduktiviy	Ms	-	75	79	105	58
	KIMIA						
6	pH	mg/L	6.5-9.0	8.27	7.24	4.68	4.65
7	Besi	mg/L	1	0.93	0.83	0.94	0.88
8	Kalsium	mg/L	200	212.15	151	229	145
9	Kholida	mg/L	600	9.8	4.9	21	11
10	Kesadahan	mg/L	500	39.55	46.81	103.88	105.98
11	Magnesium	mg/L	150	7.3	9.44	10.2	14.1
12	Mangan	mg/L	0.5	0.88	9.14	13.21	1.41
13	Nitrat	mg/L	50	7.27	8.4	4.48	5.62
14	Nitrit	mg/L	3	0.99	0.11	0.13	0.74
15	Sulfat	mg/L	400	7.5	48.49	11.67	75.93
16	Zat Padat Terlarut	mg/L	1500	162	334	259	138
17	Zat Organik	mg/L	-	-	-	0.04	0.02
18	Timbal	mg/L	0.05	0.02	0.07	0.108	0.001
19	Kronium	mg/L	0.05	0.03	-	-	0.012
	BIOLOGI						
20	Bakteri Coliform		-	-	-	-	-

Tabel 3. Hasil penelitian 3.

No	Parameter	Satuan	Batas max air bersih	Hasil Penelitian			
				I	J	K	L
	FISIKA						
1	Warna	TCU	50	18	22	12	8
2	Rasa	-	x	x	x	x	x
3	Bau	-	x	x	x	x	x
4	Kekeruhan	NTU	25	2.7	0	0	2.9
5	Konduktivitiy	Ms	-	89	99	225	277
	KIMIA						
6	pH	mg/L	6.5-9.0	7.27	8.4	4.48	5.62
7	Besi	mg/L	1	1.30	1.13	1.0	0.95
8	Kalsium	mg/L	200	12.55	133	29	55
9	Kholida	mg/L	600	5.3	5.7	18	15
10	Kesadahan	mg/L	500	29.51	66.18	43.88	55.11
11	Magnesium	mg/L	150	4.82	18.1	31.5	7.32
12	Mangan	mg/L	0.5	14.7	9.44	13.11	4.78
13	Nitrat	mg/L	50	3.3	2.9	14.2	13.1
14	Nitrit	mg/L	3	0.237	0.389	0.051	0.117
15	Sulfat	mg/L	400	62	134	150	181
16	Zat Padat Terlarut	mg/L	1500	233	338	277	189
17	Zat Organik	mg/L	-	1.1	-	0.09	0.21
18	Timbal	mg/L	0.05	0.021	0.07	0.03	0.001
19	Kronium	mg/L	0.05	0.01	-	0.01	0.031
	BIOLOGI						
20	Bakteri Coliform		-	-	-	-	-

Tabel 4. Hasil penelitian 4.

No	Parameter	Satuan	Batas max air bersih	Hasil Penelitian			
				M	N	O	P
	FISIKA						
1	Warna	TCU	50	8	11	14	10
2	Rasa	-	x	x	x	x	x
3	Bau	-	x	x	x	x	x
4	Kekeruhan	NTU	25	2.7	0	0	2.9
5	Konduktivitiy	Ms	-	180	199	205	468
	KIMIA						
6	pH	mg/L	6.5-9.0	7.29	7.27	5.47	5.15
7	Besi	mg/L	1	0.88	0.93	0.94	0.93
8	Kalsium	mg/L	200	122.15	57	94	54
9	Kholida	mg/L	600	3.0	7.5	25	19
10	Kesadahan	mg/L	500	49.55	45.88	53.84	65.11
11	Magnesium	mg/L	150	4.11	18.1	21.8	17.3
12	Mangan	mg/L	0.5	0.28	9.14	12.22	1.99
13	Nitrat	mg/L	50	1.8	5.2	12.2	11.8
14	Nitrit	mg/L	3	0.24	0.14	0.009	0.18
15	Sulfat	mg/L	400	7.5	149.32	121.67	35.71
16	Zat Padat Terlarut	mg/L	1500	621	339	152	152
17	Zat Organik	mg/L	-	-	0.3	1.1	0.2
18	Timbal	mg/L	0.05	0.02	0.02	0.03	0.002
19	Kronium	mg/L	0.05	-	0.03	0.02	-
	BIOLOGI						
20	Bakteri Coliform		-	-	-	-	-

Tabel 5. Hasil penelitian 5.

No	Parameter	Satuan	Batas max air bersih	Hasil Penelitian			
				Q	R	S	T
	FISIKA						
1	Warna	TCU	50	10	3	5	9
2	Rasa	-	x	x	x	x	x
3	Bau	-	x	x	x	x	x
4	Kekeruhan	NTU	25	2.7	0	0	2.9
5	Konduktivitiy	Ms	-	298	490	205	512
	KIMIA						
6	pH	mg/L	6.5-9.0	4.48	7.33	6.65	5.24
7	Besi	mg/L	1	1.38	1.03	1.04	1.03
8	Kalsium	mg/L	200	22.55	128	129	64
9	Kholida	mg/L	600	5.8	70.7	15	27
10	Kesadahan	mg/L	500	19.51	76.32	63.38	19.13
11	Magnesium	mg/L	150	11.1	7.3	18.6	15.53
12	Mangan	mg/L	0.5	0.28	9.44	13.29	1.81
13	Nitrat	mg/L	50	7.29	7.27	5.47	5.15
14	Nitrit	mg/L	3	0.578	0.041	0.237	0.389
15	Sulfat	mg/L	400	7.5	348.49	121.67	75.93
16	Zat Padat Terlarut	mg/L	1500	62	734	250	381
17	Zat Organik	mg/L	-	8.1	2.3	1.9	0.2
18	Timbal	mg/L	0.05	0.02	0.67	0.18	0.001
19	Kronium	mg/L	0.05	0	0.03	0.02	0
	BIOLOGI						
20	Bakteri Coliform		-	-	-	-	-

Dari ke 20 data sampel air yang diteliti, sampel pada awalnya terlihat berwarna keputihan, secara kasat mata, pH air masih ada yang berada dibawah netral, berarti air agak asam, dan dari hasil pemeriksaan laboratorium juga terdapat kandungan Mangan, Besi, dan Timbal, serta konduktifitynya cenderung tinggi.

4. KESIMPULAN

Perlu diadakan IPAS atau Instalasi Pengolahan Air Sederhana dan belum dapat dikonsumsi baik secara langsung maupun dilakukan pematangan terlebih dahulu, dikarenakan jika dikonsumsi dalam jangka waktu yang cukup lama akan dapat menimbulkan kerusakan pada organ tubuh terutama pada ginjal.

5. SARAN

Dikarenakan air permukaan yang terdapat pada lokasi PT.Summit Plast, Cikarang belum memenuhi syarat² akan air bersih, karena masih terdapat bahan bahan² yang membahayakan bagi kesehatan pengguna, maka diperlukan :

1. Pelestarian lingkungan, antara lain dengan penanaman tumbuhan, baik itu tanaman semak maupun tanaman keras.



Gambar 4. Pelestarian Lingkungan [[http:// Google.com/search/pelestarian lingkungan](http://Google.com/search/pelestarian%20lingkungan)]

2. Dapat dilakukannya pengolahan air sederhana.



Gambar 5. BUMDes Untuk Pengelolaan Air Bersih Di Desa-Desa [[http:// inilahjabar.com](http://inilahjabar.com)]

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, Alizar (2004). "Pelayanan Air Minum Wilayah Perkotaan di Indonesia". *Journalist Workshop on Water Issues*.
2. Bob Ewing (2008). "Nanotechnology Used to Clean Water". http://www.digitaljournal.com/article/250604/Nanotechnology_Used_to_Clean_Water
3. Fajar Indonesia (26 Maret 2009). "Indonesia Diambang Krisis Air Bersih". <http://www.fajar.co.id/index.php?act=news&id=58718>
4. LeChevallier, Mark W. dan Au, Kwok-Keung (2004). *Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. World Health Organization (WHO).
5. McMahan, James P. "Are you worried about What's in Your Water? You Should Be.". <http://www.cleanairpurewater.com/>

6. McMullan, Bob (2009). “*AusAID: Water Report Highlights Need For Improved Sanitation and Water*”. M2 Communications Ltd.
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1665500131&sid=1&Fmt=3&clientId=67249&RQT=309&VName=PQD>
7. Westjavawater (2005). “Cekungan Bandung Kritis (*Bandung Basin Critical*)”.
http://westjavawater.blogspot.com/2005_03_01_archive.html
8. Westjavawater (2005). “168 Juta Penduduk belum Dapat Akses Air Bersih, Indonesia akan Krisis Air pada 2025 (*No Clean Water Access, Water Crisis by 2025*)”. http://westjavawater.blogspot.com/2005_03_01_archive.html
9. <http://zeofilt.wordpress.com/2008/01/31/sistem-pengolahan-air-bersih/>

PEDOMAN PENULISAN JURNAL TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

1. Jurnal Teknik Sipil UKM merupakan jurnal ilmiah, hasil penelitian, atau studi literatur disertai analisis ilmiah dalam bidang teknik sipil.
2. Tulisan harus asli dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya, dikirim dengan mencantumkan kelompok bidang keahlian dalam teknik sipil.
3. Apabila pernah dipresentasikan dalam seminar, agar diberi keterangan lengkap.
4. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang benar, singkat, jelas dilengkapi dengan abstrak dan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
5. Naskah ditulis pada kertas A4, menggunakan Microsoft® Word dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Judul ditulis dengan huruf kapital, **TIMES NEW ROMAN**, ukuran 13, huruf tebal.
 - b. Abstrak ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 10, spasi 1, demikian juga dengan kata kunci.
 - c. Isi naskah ditulis dengan huruf biasa, Times New Roman, ukuran 11, spasi 1.5.
 - d. Jumlah halaman beserta lampiran minimal 20 halaman, maksimal 30 halaman.
 - e. Jumlah halaman untuk lampiran maksimal 20% dari jumlah halaman total.
 - f. Nama penulis ditulis tanpa pencantuman gelar akademik.
 - g. Penulisan sub bab disertai nomor, contoh :
 - 1. HURUF KAPITAL**
 - 1.1 Huruf Biasa**
 - h. Gambar diberi nomor dan keterangan gambar ditulis dibawah gambar.
 - i. Tabel diberi nomor dan keterangan tabel ditulis diatas tabel.
 - j. Daftar pustaka ditulis dengan format sebagai berikut :
 1. Timoshenko, S.P, Young, D.H., (1995). *Theory of Structures*, McGraw Hill Book Co, New York.
 - k. Kata-kata asing (jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia) dicetak *miring*.
6. Menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :
 - a. Judul Naskah.
 - b. Nama penulis utama, penulis pembantu.
 - c. Abstrak dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
 - d. Kata kunci.
 - e. Pendahuluan (berisi latar belakang, tujuan, ruang lingkup, dan metodologi).
 - f. Isi (tinjauan pustaka).
 - g. Studi Kasus (data, studi kasus, dan pembahasan)
 - h. Penutup (kesimpulan, saran, dan daftar pustaka).
7. Naskah dikirim dalam bentuk *file* via E-mail.
8. Naskah yang masuk redaksi akan ditinjau oleh penelaah ahli dalam bidangnya sebelum diterbitkan.
9. Jurnal terbit 2x dalam setahun pada bulan April dan Oktober.