

Hd. Fak. TS.
Tgl. 8 Feb '97

KAWASAN TAMANSARI KAJIAN DARI ASPEK LAND USE

oleh:
Amos Setiadi

Perpustakaan UAJY



Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997

MILIK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA	
Diterima	: 08 FEB 1997
Inventarisasi	: 06/TS/Hd-2/97
Klasifikasi	R 378.1 Lem s
Katalog	:
Selesai diproses	: 04 JUN 1997

Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta



KAWASAN TAMANSARI KAJIAN DARI ASPEK LAND USE

oleh:
Amos Setiadi

INTISARI

Membicarakan Tamansari tidak terlepas dari Kraton Yogyakarta. Situs Istana air tersebut sekarang ini kondisinya sangat tidak terawat, padahal sudah termasuk sebagai salah satu kawasan antik. Perkembangan didalam kawasan dan sekitarnya yang begitu pesat, disatu pihak memberikan denyut kehidupan bagi kawasan Tamansari, namun disatu pihak perkembangan yang sekarang ini cenderung mengaburkan, bahkan menghancurkan aspek-aspek yang lain seperti penggunaan lahan yang tidak terkendali, pemakaian ruang-ruang publik serta ruang hijau. Akibatnya terjadi ketimpangan beban guna lahan dan volume kegiatan yang ada pada sudut-sudut kawasan.

"Tamansari Watercastle is very unique, it's interesting. But I'm confused, which is the first, the settlement or the sites ?" (Tim Dalton, dalam Bernas, 1996).

Oleh sebab itu, didalam makalah ini akan dicoba untuk mengkaji perkembangan perkampungan magersari dan pasar ngasem terhadap tataguna lahan pada situs Istana air Tamansari (eksisting). Diharapkan nantinya menghasilkan rumusan usulan terhadap permasalahan yang timbul.

PENDAHULUAN

Kawasan Tamansari pada saat ini makin berkembang dengan mencakup beberapa aspek, baik aspek kegiatan maupun aspek fasilitas atau tempat berkegiatan itu sendiri.

Kawasan Tamansari merupakan kawasan antik, sekaligus kawasan rekreasi (pariwisata) dan perdagangan (pasar tradisional) dalam lingkup layanan kota Yogyakarta. Situs Istana air itu sendiri merupakan *ending* dari route wisata Kraton.

Kawasan Tamansari merupakan bagian dari Kelurahan Patehan. Kelurahan Patehan sendiri memiliki luas 39.777 m² dan dibatasi oleh ;

- a. Jalan Nagan Kulon dan Jalan Nogosari disebelah barat.
- b. Jalan Polowijan dan Jalan Magangan Kulon disebelah utara.
- c. Jalan Nagan Kidul dan Jalan Patehan Kidul disebelah selatan.
- d. Jalan Gading, Alun-alun selatan, Sasono Hinggil serta Kemandungan pada bagian timur.

Dalam lingkup studi ini, hanya akan ditinjau dalam skala kawasan Taman, dimana kawasan Taman dibatasi oleh ;

- a. Jalan Polowijan disebelah utara.
- b. Jalan Taman disebelah timur.
- c. Jalan Nagan Lor disebelah selatan.
- d. Jalan Nogosari disebelah barat.

Kawasan ini memiliki luas lebih kurang 12.666 m². Beban kegiatan yang terbesar terdapat pada bagian utara kawasan, dimana kegiatan perdagangan pasar ngasem meluap sampai diluar kawasan (sebelah utara jalan Ngasem). Sedangkan pada sisi barat dan selatan kawasan kegiatan yang menonjol adalah seni dan budaya yang meliputi seni kerajinan tangan, seni lukis, batik *painting* dan sebagainya. Perkembangan kegiatan perdagangan, pariwisata serta budaya yang ada pada kawasan tersebut membawa konsekwensi logis terbentuknya suatu sistem yang saling mengkait serta berinteraksi positif. Fungsi yang

heterogen (mix use) tersebut terbukti menunjang interaksi kegiatan didalam kawasan Tamansari.

Pada pengamatan lapangan, terlihat perkembangan pemukiman magersari pada area Istana air yang kurang mendukung (mengaburkan) keberadaan situs Istana air tersebut. Hal ini misalnya adanya rumah-rumah penduduk yang menempel pada gerbang dan tembok Istana. Pada lahan dibagian depan Gapura Agung (barat) yang mestinya berfungsi sebagai Pelataran masuk Istana Air (space kosong) sekarang berdiri rumah-rumah tinggal yang padat tak beraturan. Bahkan ada rumah yang didalam salah satu ruangnya terdapat puing bangunan Istana Air tersebut. Ada pula rumah yang salah satu temboknya memanfaatkan tembok Istana Air (menempel).

“Coba kalau kita masuk kesana, rumah yang ada dilingkungan itu tidak hanya diatas, tetapi juga dibawah, disamping dan didalamnya. Sehingga sudah tidak ada ruang pemisah antara bangunan lama dan baru.” (Kakanwil Depdikbud DIY, 1996)

Hal tersebut pernah mengundang penilaian Sri Sultan Hamengkubuwono X (Bernas, 1996): “*Gapuro kok ono payone ngomah*, kan ini tidak logis.” Koefisien lantai dan lahan terbangun dalam perkembangannya juga tidak sesuai dengan apa yang ditetapkan oleh Kraton. Sedangkan pada sisi utara, pasar Ngasem yang sebenarnya menempati area bekas *segaran* (semacam telaga buatan), blok / kavling perdagangannya nyaris menyentuh tembok Istana yang atapnya menjadi *viewing point* pengunjung dan pengguna jalan dari arah utara. Sedangkan pada beberapa lorong jalan yang dulu sebagai jalan penghubung satu bagian Istana ke bagian Istana yang lain, sekarang dimanfaatkan sebagai lokasi hunian. Dengan demikian terdapat kondisi dimana terjadi penggunaan ruang yang kurang

tertata/terkontrol, bahkan liar (khususnya pada area-area tertentu) yang sebenarnya memiliki arti khusus.

MASALAH

Permasalahan dikawasan Tamansari timbul karena perkembangan bangunan pemukiman dan perdagangan pada area tertentu yang tidak sesuai dengan peruntukannya (*land use*).

TUJUAN

Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan alternatif usulan yang dapat dikembangkan sebagai pedoman didalam penataan kawasan Tamansari sebagai kawasan antik sekaligus tempat pariwisata, seni-budaya serta perdagangan/pasar (*mix use*) dengan batasan pada tata penggunaan lahan.

TINJAUAN KAWASAN

Identifikasi Kawasan

Kawasan Tamansari merupakan salah satu kawasan antik yang ada di Yogyakarta. Karena fungsinya sebagai tempat pariwisata, perdagangan serta seni dan budaya, mendorong pesatnya pertumbuhan bangunan yang merupakan akumulasi dari tarikan magnet-magnet tersebut. Keberadaan sektor perdagangan dengan adanya pasar burung serta obyek pariwisata menjadikan kawasan Tamansari sebagai *satelit business district* tradisional yang memiliki ciri tersendiri.

Istana Air Tamansari yang didirikan oleh Sri Sultan Hamengkubuwono I, diperkirakan arsiteknya seorang Portugis, pada awalnya sebagai tempat dimana Sultan beristirahat sekaligus berekreasi.

Berdasarkan pengamatan lapangan, penggolongan fungsi kegiatan kaitannya dengan penggunaan lahan di kawasan Tamansari secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan pariwisata

Kegiatan ini mencakup situs Istana Air sebagai obyek utama wisatawan, kerajinan tangan (meliputi batik, lukisan serta sangkar burung) dan pasar burung serta ikan. Bagi Wisatawan asing, kawasan ini merupakan tujuan kelanjutan dari paket wisata Kraton.

2. Kegiatan perdagangan

Kegiatan ini mencakup pasar Ngasem sebagai obyek utama, dengan jalan-jalan perpanjangannya. Berdasarkan pengamatan lapangan, kegiatan pada sektor ini merupakan magnet penarik pengunjung yang terbesar bagi kawasan.

3. Kegiatan Seni dan Budaya

Kegiatan ini mencakup sanggar-sanggar yang ada didalam kompleks Taman-sari. Meliputi sanggar lukis, batik serta kerajinan tradisional yang lain.

4. Kegiatan Pemukiman

Pemukiman penduduk yang terpadat adalah pada wilayah RT 30-RT 44.

Pada pemukiman ini, sebagian besar sebenarnya berstatus magersari. Jumlah rumah yang ada pada saat ini sekitar 409 buah, dengan kriteria 111 rumah berstatus magersari dan 298 rumah berstatus bersertifikat. Terhadap guna lahan, maka maka posisi bangunan pemukiman dapat dikelompokkan menjadi (Bernas, 1996): 1) yaitu rumah

yang dibangun menempel dan memanfaatkan dinding Istana. 2) yaitu rumah yang dibangun jauh dari tembok Istana dan 3) yaitu rumah yang didalamnya terdapat situs/puing Istana.

5. Kegiatan pendidikan dan Perkantoran

Kegiatan ini mencakup keberadaan sekolah dasar dan sekolah menengah pertama, serta kantor BTKL dan Kantor Kelurahan. Kantor BTKL menempati area disebelah utara kawasan. Berdampingan dengan pasar Burung.

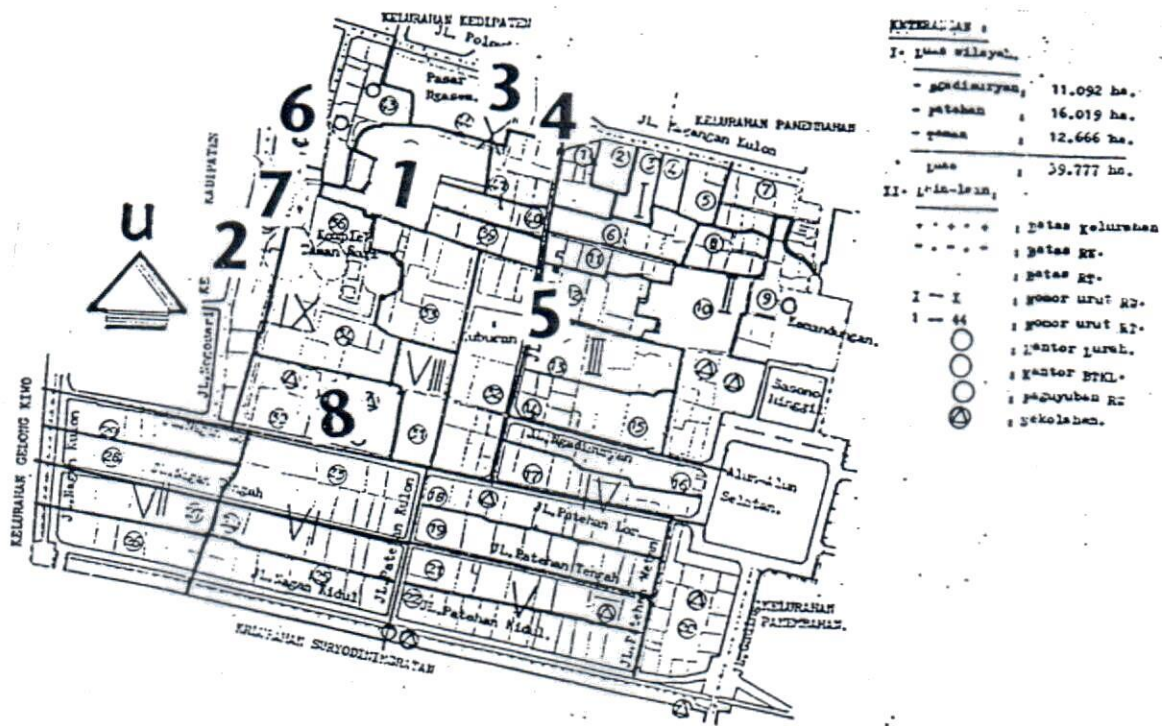
Beberapa *symptom* yang ada pada kawasan secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Area transisi terbuka pada sisi utara tembok Istana air, pada area ini terjadi pergeseran fungsi dari yang semula sebagai daerah *barrier* dan transisi menjadi area luapan kios pedagang burung.
2. Perkembangan pembangunan rumah magersari yang semula semi permanen pada area-area khusus menjadi permanen dan sebagian menempati lokasi yang bukan peruntukannya. Misalnya pada kasus dimana rumah tinggal magersari yang menempel tembok Istana Air atau menempati lokasi yang mengaburkan pandangan terhadap pintu/gerbang/gapura. Penggunaan lahan yang melebihi syarat BCR, FAR dan Garis Sempadan.
3. Akumulasi kegiatan yang sangat besar terjadi pada jalan Ngasem dan perpanjangannya. Terlihat pada penggunaan badan jalan sebagai area parkir roda dua dan becak serta pedestrian sebagai tempat menggelar dagangan, sehingga menyebabkan problem lalu lintas khususnya pada jam-jam sibuk pasar.

Hal tersebut dikarenakan tidak terdapatnya lagi ruang terbuka hijau pada kawasan yang sebenarnya dapat dipergunakan sebagai area parkir dan resapan air.

4. Kegiatan yang ada pada sisi utara (jalan Ngasem) bisa dikatakan belum dikelola secara formal, sedangkan pada area entrance Istana Air, kegiatan seni-budaya serta kerajinan tangan tampak telah ditangani secara formal. Formal disini dalam pengertian penataan serta pengendalian volume.
5. Terdapat ruang jalan yang "mati", pada sisi timur kawasan. Hal ini terlihat dengan masifnya *closure* jalan berupa tembok memanjang setinggi 2,5 meter dari pertigaan Beringin pada sisi utara sampai pertigaan menuju jalan Ngadisuryan.
6. Pada bagian barat kawasan terlihat cukup padat pemukiman dan perdagangan kerajinan tangan, dimana rumah tinggal yang juga berfungsi sebagai *show window* produk seni masyarakat setempat. Kondisi yang ada bisa dikatakan hidup. Hal tersebut didukung keberadaan Kampus Universitas Widya Mataram yang berada di sebelah barat kawasan (ndalem Mangkubumen).
7. Pada bagian barat pintu masuk Istana air, terjadi pergeseran guna lahan, yaitu sebagai pemukiman liar. Dikatakan liar karena tidak pada peruntukkannya dan tidak sesuai dengan peraturan pemakaian lahan dikawasan tersebut. Padahal lokasi tersebut memiliki fungsi sebagai pelataran pintu masuk utama situs Istana Air. Pemukiman liar juga didapati pada area bekas lorong jalan/pedestrian yang menghubungkan bagian Istana ke bagian yang lain.
8. Pada bagian selatan kawasan, kecenderungan perkembangan yaitu pemukiman. Magnet komersial kurang terasa. Sehingga pada sisi ini lebih tenang. Pada bagian ini, khususnya sekitar jalan Nagan Lor, kondisi guna lahan sebagai pemukiman relatif lebih tertib.

Posisi fenomena tersebut dapat terlihat melalui gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kondisi Eksisting Kawasan Tamansari
Sumber: Data Wilayah Kelurahan Patehan, 1996

Rumusan permasalahan tataguna lahan

Dari fenomena tersebut, dapat dirumuskan beberapa permasalahan tataguna lahan (*land use*) di kawasan Tamansari sebagai berikut:

1. Perkembangan pemukiman penduduk yang magersari didalam komplek situs Istana Air berkembang tidak terkontrol, sehingga banyak yang menempati lokasi yang bukan peruntukannya.
2. Perkembangan pasar Ngasem belum terkontrol dan tertata, sehingga meluap dan menimbulkan pemakaian ruang publik (jalan dan pedestrian) .
3. Ada ketimpangan beban guna lahan . Pada sisi timur cenderung mati, pada sisi selatan dan barat hidup secara kontinu, sedangkan pada sisi utara sangat hidup pada jam-jam tertentu dan mati pada jam-jam tertentu.
4. Secara umum, pemakaian lahan yang tidak terkendali tersebut mengakibatkan hilangnya fungsi ruang terbuka hijau kawasan situs.

PEMBAHASAN

Tinjauan Guna

Kebijakan penataan kawasan Tamansari berpegang pada fungsi/guna yang dipikul oleh kawasan tersebut dalam lingkup mikro (kawasan Kraton) maupun makro (kota Yogyakarta), yaitu sebagai fungsi utama pariwisata seni budaya, perdagangan /pasar serta pemukiman, magersari (*mix use*) hal ini bertujuan untuk menghidupkan kawasan dari situs yang sebagai obyek mati (Artikel Tamansari dalam Bernas, 1996).

"...Thus the key issues for consideration in future land use decisions are mixing uses in urban areas to promote twenty-four hour vitality....".(Shirvani, 1985).

Keberadaan pasar dan sanggar seni-budaya yang ada pada kawasan Tamansari tersebut memberi denyut kehidupan yang tiada henti dan bahkan untuk pasarnya sendiri seolah sudah menjadi magnet fungsi dimana Istana air sebagai latarnya. Pada jam-jam tertentu, dimana fungsi pasar dan rekreasi Istana Air terhenti, maka fungsi sanggar dan pemukiman masih berlangsung, dan sebaliknya.

Guna lahan merupakan salah satu elemen penting dalam mendisain kawasan (Shirvani, 1985). Perencanaan tataguna lahan merupakan kelanjutan dari strategi dan kebijakan sebagai dasar penentu fungsi bagi suatu kawasan. Hal yang perlu diperhatikan dalam *land use* yaitu:

1. Fungsi kawasan

Yaitu daya guna lahan secara umum pada kawasan tersebut, hal ini juga tidak terlepas /terkait dengan kawasan lain yang berada disekitarnya.

2. Activity support

Activity support perlu dipertimbangkan dalam mendukung guna/fungsi utama kawasan, sehingga kegiatan-kegiatan yang diwadahi dapat saling mendukung dan berinteraksi positif.

Ditinjau dari fungsi kawasan, dimana Tamansari sebagai kawasan antik, serta perkembangan kegiatan komersial yang menempati area situs Istana Air, maka ekspansi persenyawaan bangunan perdagangan dan pemukiman dengan lokasi/lahan situs Istana yang ada sebenarnya kurang tepat. Hal ini akan meningkatkan beban (baik parkir, lahan) dan mengurangi ruang-ruang terbuka serta mengaburkan/menutup situs serta akan mengurangi area resapan air.

Pernah timbul silang pendapat pada saat isu penataan kawasan Tamansari ini digulirkan, karena penataan sering oleh penduduk setempat diidentikkan dengan "harus pergi/pindah". Padahal penataan dapat berarti sebagai langkah untuk mengembangkan kawasan antik tersebut agar mampu memenuhi tuntutan kebutuhan masyarakat (secara luas) pada masa kini. Oleh sebab itu upaya penataan dan pengembangan tersebut juga harus dapat mempertahankan **jatidiri masyarakat setempat**, khususnya yang magersari. Dengan kata lain, komponen inti perlu dipertahankan, untuk diwariskan dan identitas setempat dapat terpelihara.

Penggusuran, istilah yang sering menimbulkan kontra didalam upaya penataan tersebut, dapat dihindari atau diminimalkan melalui **pendekatan terhadap potensi** yang dimiliki oleh penghuni kawasan Tamansari. Potensi yang dimiliki tersebut antara lain: sanggar-sanggar seni dan budaya yang kegiatannya berlangsung dari pagi sampai malam. Produk dari sanggar-sanggar tersebut banyak dipajang dan dijual ditempat, sehingga keberadaan sanggar-sanggar tersebut seolah sebagai *show window* komplek Istana Air. Berdasarkan pengamatan lapangan, pengunjung situr Istana Air yang dibagi dalam dua jenis, WisMan dan WisNu, dimana WisMan pada umumnya memilih jalur wisata masuk Istana air, kemudian dilanjutkan dengan menelusuri gang-gang perkampungan Magersari yang mana didalamnya terdapat *show windows* dari berbagai produk seni-budaya, jenis wisata seperti ini sering disebut sebagai **wisata kampung**. Berkaitan dengan pendekatan terhadap potensi dari fungsi setempat tersebut, maka keberadaan penduduk, khususnya yang mendukung denyut kehidupan setempat tidak perlu tergusur, tetapi diupayakan agar terkontrol dalam pengembangannya. Hal ini perlu pengaturan melalui **skala prioritas**,

dimana yang dipertahankan / dikhususkan adalah mereka yang eksistensinya benar-benar untuk kepentingan kawasan Tamansari dan Kraton (*activity support* bagi kawasan).

“ Dalam kaitannya dengan tata penggunaan lahan, alokasi lahan harus didasarkan kepada kebutuhan dari organisasi sosial masyarakat pemakainya sejalan dengan skenario pembangunan yang telah digariskan bagi kawasan yang dimaksud. Gejala pembangunan semakin mengarah kepada peruntukkan yang bersifat campuran, oleh karena itu secara mikro alokasi peruntukkan harus diatur. “

(Danisworo,1992).

Fungsi lain sebagai magnet kawasan Tamansari, bahkan menjadi *landmark* yaitu pasar Ngasem. Melihat sejarahnya, lokasi pasar Ngasem dulunya merupakan *segaran* (telaga kecil buatan). Pada sisi utara (sekarang jalan Ngasem) merupakan dermaga. Dalam perkembangannya bergeser sebagai pasar tradisional yang keberadaannya tidak bisa dihilangkan begitu saja. Beberapa waktu yang lalu pernah ada rencana memindahkan pasar burung Ngasem tersebut ke Kotagede, dalam rangka konservasi kawasan Tamansari. Rencana pemindahan salah satu aset yang menghidupkan kawasan tersebut terasa berseberangan dengan pendekatan kontekstual yang lebih menitikberatkan pada pemeliharaan potensi masyarakat setempat.

Fungsi sebagai pasar yang sudah terbentuk tersebut juga merupakan salah satu aset yang perlu dipertahankan sebagai aset yang menonjol bagi kawasan. Tetapi yang perlu ditertibkan adalah pemakaian ruang publik dan ruang terbuka (sebagai ruang transisi terhadap situs Istana Air). Penggunaan ruang yang tidak terkontrol khususnya pada bagian utara kawasan. Dalam kaitannya dengan penataan pemukiman magersari serta los-los pasar melalui pembukaan suatu area melalui penghubung (jalan pedestrian kampung) dan

penegasan ruang hijau sebenarnya merupakan salah satu cara untuk menghentikan intensitas pembangunan diatas tanah yang memiliki nilai khusus tersebut.

Pendaerahan (*Zoning*), sebenarnya juga merupakan salah satu perangkat pengendalian pembangunan didalam kawasan tersebut. Melalui pengaturan peruntukkan lahan serta pengendalian intensitas pembangunan, diharapkan jenis kegiatan (guna) serta volume yang akan ditampung didalam kawasan Tamansari dapat terbatas dengan catatan selalu dilakukan kontrol didalam pelaksanaannya. Kraton, sebenarnya telah memiliki semacam badan yang bertugas untuk melakukan pengontrolan terhadap pemakaian tanah-tanah aset Kraton.

Adapun intensitas pembangunan yang dikenakan dalam kawasan Tamansari tersebut hendaknya mempertimbangkan keseimbangan guna-guna yang ada pada kawasan tersebut. Pengendalian penggunaan lahan lebih detail dapat berupa penegasan kembali pelaksanaan (Danisworo, 1992): *Building Coverage Ratio*, *Floor Area Ratio* dan Sempadan Bangunan . Teristimewa untuk kawasan Tamansari ada ketentuan bentuk kotangan (semi permanen).

USULAN

Berdasarkan pembahasan yang didasarkan pada studi lapangan dan dikaitkan dengan literatur yang terkait tersebut, maka dapat dirumuskan usulan-usulan sebagai berikut:

1. Potensi/aset kawasan Tamansari, yaitu heterogenitas kegiatan/guna (*Mix use*), tetap perlu dipertahankan. Adapun dalam penataannya menggunakan skala prioritas. Dimana perkembangan volume pembangunan dibatasi, melalui peninjauan kembali

pelaksanaan ketentuan BCR, FAR, Sempadan. Penerapan konsep *mix use* tersebut diharapkan untuk memberikan denyut kehidupan pada kawasan bukan hanya pada saat saat tertentu saja.

2. Kegiatan perdagangan pada pasar Ngasem sebaiknya dibatasi lahannya, khususnya pada bagian selatan yang banyak memakai lahan/ruang penyangga hijau. Pada area ini, fungsi hijau sebaiknya dikembalikan dan dimanfaatkan sebagai ruang transisi dan transit/istirahat wisatawan dari situs Istana Air ke Pasar burung dan sebaliknya. Selain itu, ruang hijau ini akan berfungsi sebagai area resapan air hujan. Pada sisi timur pasar, dimana pada saat ini merupakan toko dan lahan kosong (bongkaran), dapat dipergunakan sebagai tempat parkir yang diperkirakan cukup untuk menampung kendaraan roda dua pada hari sibuk (minggu).
3. Perlunya penataan fungsi lahan pada bagian barat pasar (ikan). Karena pada area ini berdampingan dengan fungsi kantor BTKL tampak semrawut dan berkesan kumuh. Lebih baik jika lorong kecil yang ada diantara keduanya dipertegas melalui fungsi hijau/vegetasi.
4. Kemungkinan pemindahan kantor BTKL pada daerah tertentu di luar kawasan. Sebab lahan tersebut sangat berpotensi dipergunakan sebagai pendukung aset Istana air dan pasar burung, misalnya sebagai ruang terbuka hijau dan resapan air. Sekaligus mendukung/menghidupkan akses utama Istana Air yang menurut konsep aslinya. Kantor BTKL mungkin lebih tepat ditempatkan pada daerah sekitar jalan lingkar utara atau selatan.
5. Perlunya pengembalian fungsi semula sebagai ruang terbuka hijau pada bagian depan Gapura Agung. Hal ini berarti harus memindahkan rumah-rumah magersari yang ada

pada area pelataran tersebut. Termasuk dalam hal ini pemindahan rumah yang menempel dan atau berada pada lokasi puing situs.

6. Penegasan kembali keberadaan fungsi lorong dan pedestrian sebagai ruang publik.

KESIMPULAN

Kepadatan guna lahan sebagai hunian dan perdagangan pada kawasan Tamansari menyebabkan tenggelamnya keberadaan situs Istana Air, serta hilangnya lahan tertentu yang memiliki arti/nilai khusus. Pergeseran fungsi melalui pemakaian ruang yang bukan pada peruntukkannya tersebut sudah mencapai kondisi yang memprihatinkan. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pendataan penggunaan lahan melalui skala prioritas dan kaitannya dengan ketentuan pembangunan pada kawasan antik/purbakala.

DAFTAR PUSTAKA

1. Shirvani, Hamid. (1985). The Urban Design Process, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
2. Danisworo, M. (1992). Arsitektur Kota dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
3. Gallion, Eisner. (1986). The Urban Pattern, City Planning and Design, Van Nostrand Reinhold Company Inc.
4. Simonds, J Ormsbee. (1994). Garden Cities 21, Creating a Livable Urban Environment, McGraw-Hill, Inc.
5. Kelurahan Patehan, Peta wilayah tahun 1996.
6. BERNAS, Edisi tanggal 4 bulan Oktober tahun 1996.
7. BERNAS, Edisi tanggal 21 bulan Oktober tahun 1996.

MANAJEMEN TANAH PERKOTAAN DAN PERENCANAAN RUANG KOTA KOMPREHENSIF

oleh:
Lucia Asdra Rudwiarti

**Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

MANAJEMEN TANAH PERKOTAAN DAN PERENCANAAN RUANG KOTA KOMPREHENSIF

oleh:

Lucia Asdra Rudwiarti

Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997

Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta



MANAJEMEN TANAH PERKOTAAN DAN PERENCANAAN RUANG KOTA KOMPREHENSIF^{*)}

Oleh: Lucia Asdra Rudwiarti^{**)}

ABSTRAKSI

Proses urbanisasi, - terutama yang terjadi pada kota-kota di negara yang sedang berkembang -, menyebabkan pertumbuhan kota dewasa ini sangatlah pesat. Hal ini akan sangat berpengaruh pada kehidupan kota secara keseluruhan. Dari analisis ke'ruang'an, dapat terlihat bahwa semakin bertambahnya penduduk kota akan menimbulkan semakin beragamnya kegiatan di kota, dan selanjutnya semakin meningkat pula kebutuhan akan wadah untuk menampung kegiatan tersebut. Namun sebenarnya masalah yang timbul itu bukan hanya masalah lahan dan fisik ruang kota yang semakin dirasakan sumpek karena berjubelnya manusia yang hidup disana, tetapi juga sangat erat kaitannya dengan masalah sosial-ekonomi yang kian hari juga semakin rumit. Salah satu cara untuk mengontrol pemekaran areal perkotaan adalah dengan pengendalian penggunaan lahan kota. Peran manajemen tanah perkotaan menjadi sangat penting untuk mengendalikan pembangunan kota terutama yang berkaitan dengan permasalahan lahan. Masalah kepemilikan dan status lahan, potensi dan kendala yang dikandung lahan, perpajakan, spekulasi tanah, pembebasan lahan dan sebagainya dapat dikendalikan dengan adanya sistem informasi lahan perkotaan serta manajemen tanah perkotaan yang baik.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan di bidang ekonomi, proses urbanisasi pun meningkat sangat pesat. Sehingga manajemen perkotaan harus dilaksanakan secara lebih komprehensif. Salah satu alat pengontrol dan pengendali perkembangan kota adalah perencanaan pemanfaatan dan pengelolaan lahan perkotaan. Permasalahan yang timbul berkaitan dengan proses perkembangan kota pun menuntut perhatian yang lebih serius. Untuk mencapai guna lahan yang efektif dan efisien, kontrol pemerintah di bidang penggunaan lahan perkotaan semakin dirasakan amat penting.

Ruang kota, secara fisik, selain menampung konsentrasi penduduk yang amat besar, juga harus mampu menyediakan fasilitas servis serta wadah beraneka kegiatan dan

^{*)} Dipresentasikan pada Seminar Akademik Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Sabtu, 08 Februari 1997

^{**)} Staf pengajar Jurusan Arsitektur FT UAJO

infrastrukturnya. Untuk mencapai kualitas kehidupan kota yang lebih baik merupakan tantangan yang amat berat, bukan saja bagi perencana kota tetapi juga bagi pemerintah maupun masyarakat pengguna ruang kota.

II. PEMANFAATAN LAHAN PERKOTAAN DAN PERMASALAHANNYA

Lahan perkotaan merupakan sumber daya yang terbatas, tak tergantikan dan tidak dapat dipindah-lokasikan. Pemanfaatannyapun tidak dapat sembarangan, atau dengan kata lain harus sesuai peraturannya (Kalbro, T. & Mattson, H., 1995). Peraturan yang dimaksud mencakup: peraturan guna lahan (pemanfaatan lahan), pembagian persil (land subdivision), proses registrasi tanah, hak status dan kepemilikan tanah, proses konversi guna lahan, dan sebagainya. Lahan dapat dimanfaatkan sebagai suatu kawasan fungsi dominan tunggal maupun fungsi gabungan. Pemanfaatan inipun selalu mengalami perubahan, baik perubahan akibat proses pengembangan ruang kegiatan maupun proses penggantian fungsi lahan.

Proses pengembangan ruang kegiatan akibat dari semakin banyaknya pengguna (orang yang melakukan kegiatan) serta semakin beragamnya kegiatan yang menuntut pewadahan tidak jarang menyebabkan berbagai macam permasalahan. Pengembangan ruang dapat disebabkan oleh adanya pergeseran dan perubahan kegiatan, maupun hubungan aktivitas dan perpindahan, yang selanjutnya seringkali menuntut pengalihfungsian ruang (lahan kota). Perubahan fungsi dan pengembangan ruang ini kalau tidak dimonitor dan dikendalikan dapat memicu berbagai problem perkembangan pembangunan kota.

Secara garis besar, masalah umum kaitannya dengan lahan kota yang sering timbul akibat proses urbanisasi pada kota di negara berkembang dapat disarikan sebagai berikut: (Devas, N., 1983).

1. Pertama, pertumbuhan penduduk yang terlalu pesat akan meningkatkan laju kebutuhan tempat tinggal (papan). Padahal tidak semua penduduk dengan mudah mampu membuat/ membeli rumah untuk memenuhi tuntutan kebutuhan papan nya, sehingga harus dipikirkan bagaimana caranya menyediakan kebutuhan tempat tinggal yang murah dan bersifat massal.
2. Kedua, semakin sempitnya persediaan lahan kota karena tuntutan berbagai fasilitas yang harus tersedia di kota.

3. Ketiga, tentu saja kaitannya dengan harga tanah di kota yang semakin meninggi. Hal inipun akan mendorong timbulnya spekulasi dan pola monopoli pemilikan tanah.
4. Keempat, terjadi pula nilai keuntungan yang tidak disangka, yang terjadi karena proses konversi lahan pertanian ke peruntukan lahan yang lain serta dari lahan persediaan infrastruktur.
5. Kelima, permasalahan yang muncul akibat ketidak-jelasan hak dan registrasi status tanah, yang pada umumnya sangat merugikan pihak yang miskin, lemah dan kurang berpendidikan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan mereka dalam mendapatkan status kepemilikan tanah yang aman.
6. Keenam, lemahnya peraturan yang berkaitan dengan perencanaan, penzoningan maupun pembagian persil (land subdivision), sehingga pendistribsian fungsi lahan pun akan mengalami kendala yang sangat berarti.
7. Ketujuh, variasi pajak tanah maupun kepemilikan bangunan juga mempengaruhi keputusan perencanaan pembangunan dan pemanfaatan lahan, terutama dalam perencanaan infrastuktur

III. TATA GUNA LAHAN DAN PERENCANAAN RUANG KOTA

Perencanaan Tata Guna Lahan merupakan unsur fungsional dari suatu proses perencanaan kota yang integral dan menjadi inti praktek Perencanaan Ruang Perkotaan secara keseluruhan. Tata Guna Lahan nampaknya menjadi kunci untuk mengarahkan pembangunan kota. Hal ini dapat dilihat dari peranan TGL sebagai titik pusat rencana menyeluruh dan merupakan tali pengikat unsur-unsur yang lain. Dengan kata lain, Rencana Tata Guna Lahan meletakkan kerangka dasar bagi hal-hal terperinci yang dicantumkan pada banyak segi lain di dalam rencana kota menyeluruh seperti transportasi, fasilitas umum dan sosial, ruang-ruang terbuka, kawasan-kawasan tertentu, infrastruktur perkotaan, dan sebagainya. (Catanese, A.J., dan Snyder, J. C., 1988, pp. 266 - 270).

Perencanaan Ruang Perkotaan pada dasarnya menciptakan pola pengembangan lahan dan penyebaran ruang yang masuk akal, yang juga merupakan pola konfigurasi yang logis dan bertahap berdasarkan pada kebijakan yang disahkan. Hal ini semata-mata untuk menciptakan ruang yang bukan hanya dua dimensional tetapi juga ruang tiga dimensional yang berkualitas.

3. Ketiga, tentu saja kaitannya dengan harga tanah di kota yang semakin meninggi. Hal inipun akan mendorong timbulnya spekulasi dan pola monopoli pemilikan tanah.
4. Keempat, terjadi pula nilai keuntungan yang tidak disangka, yang terjadi karena proses konversi lahan pertanian ke peruntukan lahan yang lain serta dari lahan persediaan infrastruktur.
5. Kelima, permasalahan yang muncul akibat ketidak-jelasan hak dan registrasi status tanah, yang pada umumnya sangat merugikan pihak yang miskin, lemah dan kurang berpendidikan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan mereka dalam mendapatkan status kepemilikan tanah yang aman.
6. Keenam, lemahnya peraturan yang berkaitan dengan perencanaan, penzoningan maupun pembagian persil (land subdivision), sehingga pendistribsian fungsi lahan pun akan mengalami kendala yang sangat berarti.
7. Ketujuh, variasi pajak tanah maupun kepemilikan bangunan juga mempengaruhi keputusan perencanaan pembangunan dan pemanfaatan lahan, terutama dalam perencanaan infrastuktur

III. TATA GUNA LAHAN DAN PERENCANAAN RUANG KOTA

Perencanaan Tata Guna Lahan merupakan unsur fungsional dari suatu proses perencanaan kota yang integral dan menjadi inti praktek Perencanaan Ruang Perkotaan secara keseluruhan. Tata Guna Lahan nampaknya menjadi kunci untuk mengarahkan pembangunan kota. Hal ini dapat dilihat dari peranan TGL sebagai titik pusat rencana menyeluruh dan merupakan tali pengikat unsur-unsur yang lain. Dengan kata lain, Rencana Tata Guna Lahan meletakkan kerangka dasar bagi hal-hal terperinci yang dicantumkan pada banyak segi lain di dalam rencana kota menyeluruh seperti transportasi, fasilitas umum dan sosial, ruang-ruang terbuka, kawasan-kawasan tertentu, infrastruktur perkotaan, dan sebagainya. (Catanese, A.J., dan Snyder, J. C., 1988, pp. 266 - 270).

Perencanaan Ruang Perkotaan pada dasarnya menciptakan pola pengembangan lahan dan penyebaran ruang yang masuk akal, yang juga merupakan pola konfigurasi yang logis dan bertahap berdasarkan pada kebijakan yang disahkan. Hal ini semata-mata untuk menciptakan ruang yang bukan hanya dua dimensional tetapi juga ruang tiga dimensional yang berkualitas.

Namun demikian, pola pengembangan lahan ini kadangkala bisa juga menimbulkan berbagai kerawanan. Kategori guna lahan yang punya karakter sangat berbeda jika diletakkan secara berdekatan satu sama lain sering mengakibatkan konflik secara fungsional. Hal ini kemudian mengilhami konsep guna lahan campuran (*mixed land use*) misalnya antara permukiman, komersial, maupun ruang untuk kepentingan umum. Guna lahan campuran pada bagian ruang kota tersebut secara ekonomis harus bisa saling mendukung dan responsif terhadap diversifikasi kepentingan penggunaan lahan. Konsep ini kemudian dianggap dapat mengembangkan kontak sosial antar berbagai kelompok ekonomi dan kelompok masyarakat. (Branch, M. C, 1985, pp. 162 - 167).

Dalam pelaksanaannya, pengembangan guna lahan perkotaan ini tentunya harus dikelola secara baik, hal ini untuk mencegah timbulnya pola pengembangan ruang kota yang semrawut. Untuk itulah perlunya ada sistem pengendalian penggunaan lahan yang efektif.

IV. PERANAN MANAJEMEN TANAH PERKOTAAN

Manajemen tanah perkotaan merupakan sistem yang sangat kompleks, meliputi berbagai kegiatan yang saling berkaitan dan melibatkan bermacam-macam profesi dalam pelaksanaannya. Secara umum, manajemen tanah perkotaan bertujuan meningkatkan kualitas hidup ruang kota. Hal ini antara lain mengandung arti memaksimalkan produktivitas lahan kota, mengoptimalkan pemanfaatan lahan kota dalam rangka mencapai penggunaan lahan secara efektif dan efisien, memberi fasilitas kegiatan umum perkotaan untuk berbagai macam tujuan, menyediakan lahan yang terjangkau oleh kemampuan masyarakat secara umum, serta mencapai pembangunan lingkungan yang berkelanjutan (Kalbro, T., & Mattson, H., 1995).

Manajemen tanah perkotaan mencakup bidang manajerial, perundangan/ peraturan, pelaksanaan teknis, serta finansial. (Farvacque, C., & McAuslan, P., 1996). Bidang Manajerial meliputi proses pembuatan kebijakan tanah perkotaan, proses administratif penggunaan lahan kota, proses pengikut-sertaan masyarakat (partisipasi masyarakat), penguraian dan pemecahan konflik yang mungkin terjadi, pengelolaan pengembangan sistem informasi pertanahan, program pelatihan sumber daya manusia dan sebagainya.

Bidang perundangan/ peraturan meliputi peraturan distribusi penggunaan lahan dan peraturan bangunan, pengontrolan yang efektif; peraturan dan perundang-undangan pertanahan

(status kepemilikan, proses registrasi, proses konversi, pengalih-fungsian, dll). Piranti unsur legalitas ini bermanfaat sebagai salah satu alat kontrol penggunaan tanah kota.

Bidang teknis mencakup keterkaitan lahan dengan analisis potensi sumber daya alam seperti hutan, pantai, pegunungan, lahan pertanian, tambang mineral, dsb. Juga keterkaitan manfaat dan resiko terhadap dampak lingkungan maupun ekonomi yang mungkin timbul, perencanaan lingkungan yang integral, serta teknis pemetaan dan pendataan tanah (teknik sistem informasi pertanahan).

Bidang finansial meliputi struktur tarif perpajakan tanah dan bangunan, prosedur pendapatan beaya, program pendapatan tanah insentif, serta anggaran. Dengan struktur tarif yang jelas serta mekanisme perpajakan yang transparan dan konsisten diharapkan dapat membantu memonitor pemanfaatan lahan kota secara efektif. Sehingga secara tidak langsung prediksi pengembangan ruang kota dapat tergambar dan terkendali.

Dengan menerapkan prinsip manajemen tanah perkotaan yang integral dan komprehensif diharapkan dapat memperbaiki kondisi ruang kota serta dapat mengarahkan perencanaan perkembangan dan pembangunan kota menjadi lebih berkualitas.

V. ALTERNATIF INSTRUMEN DAN STRATEGI SOLUSI

Pendekatan strategi manajemen tanah perkotaan yang terintegrasi perlu dikaji lebih teliti untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan kota dan perlindungan lingkungan hidup. Salah satu pendekatan strategi yang berkaitan dengan potensi sumber daya lahan meliputi perlindungan terhadap sumber daya lahan yang sensitif, pengelolaan lahan yang mempunyai kecenderungan membahayakan (mengandung resiko), perlindungan sumber daya yang bersifat kultural, perlindungan dan pelestarian ruang-ruang terbuka, pengurangan penyebaran fungsi lahan yang berlebihan, serta pengelolaan lahan pertanian utama.

Selain itu, perlu juga adanya perhitungan untung dan rugi dari pengelolaan sumber daya lahan tersebut diatas, karena untuk mencapai tujuan keseimbangan terhadap lingkungan hidup tidaklah gratis. Segala sesuatunya perlu beaya, baik menyangkut kepentingan publik, pribadi maupun pemerintah.

Disamping dua hal tersebut di atas, ada dua hal lagi yang perlu dikaji lebih lanjut, yaitu: (a) memilih instrumen pengelolaan lahan, serta (b) pengikutsertaan dan pengembangan kemampuan

pelaku manajemen yang saling terkait. Pemilihan instrumen akan sangat tergantung pada beberapa hal, diantaranya kepentingan dan keinginan masyarakat setempat, kekuatan dan kekuasaan badan hukum, kapasitas institusional, kondisi ekonomi dan kekuatan pasar pertanahan, efisiensi, persamaan hak dan perolehan keadilan, penyesuaian instrumen terhadap kondisi lokal, konflik ketetapan yang berlaku, serta kendala politis. Sedangkan pengikutsertaan pelaku / institusi terkait dan pengembangan kualitas pelaku manajemen perlu diperhatikan, karena bagaimanapun juga proses pengelolaan lahan perkotaan akan terlaksana dengan baik jika pelakunya dapat berperan dengan baik pula.

Beberapa alternatif instrumen manajemen tanah perkotaan untuk menyelesaikan permasalahan lahan perkotaan dan untuk tujuan solusi yang berwawasan kelangsungan lingkungan hidup perkotaan:

- Instrumen yang berujud peraturan (*regulatory instruments*), misalnya peraturan penzoningan; pengkaplingan; peraturan bangunan; hak pengalih-fungsian dan pembangunan; peraturan perlindungan daerah kritis; peraturan pembatasan areal terbangun; ijin pembangunan; petunjuk/ arahan yang berlaku; dan juga kebijakan dari tingkat yang lebih atas.
- Instrumen yang berkaitan dengan ekonomi (*economic instruments*), mencakup penafsiran nilai properti; pajak pertanahan; tambahan pajak tempat usaha; pinjaman lunak berkaitan dengan nilai tanah, dll.
- Instrumen yang berkaitan dengan hak atas properti, meliputi hak kepemilikan tanah.
- Alternatif pembebasan tanah (*land acquisition*) yang juga dapat berupa: penjualan tanah dengan sukarela tanpa tekanan; *expropriation*; *easements*; *land banking*, dsb.
- Alternatif penyediaan infrastruktur oleh pemerintah, meliputi penyediaan infrastruktur utama, penataan dan pengalih fungsian untuk sarana-prasarana publik (dapat melalui *land readjustment*, *land consolidation* maupun *land pooling*).
- Instrumen yang berujud edukasi dan informasi, yang mencakup proses rekaman informasi jarak jauh; *GIS (Geographic Information System)* yang merupakan gabungan data dengan gambar area geografis; *LIS (Land Information System)* yang merupakan sistem informasi pertanahan; AMDAL; penafsiran kondisi/ pendekatan pasar; partisipasi masyarakat serta pemberian pendidikan dan pengetahuan pertanahan, dll.

KESIMPULAN DAN PENUTUP

Manajemen tanah perkotaan merupakan salah satu upaya mewujudkan konsep tata ruang kota yang dinamis, dalam arti mengoptimalkan fungsi rencana kota yang mampu mengantisipasi dinamika kehidupan masyarakat serta problematika aktual ruang kota.

Manajemen tanah perkotaan yang baik harus mampu mengendalikan pemanfaatan lahan perkotaan sehingga kecenderungan perkembangan pembangunan kota dapat terdeteksi dan terarah.

Manajemen tanah perkotaan perlu dukungan kemampuan dan kesadaran dari instansi/institusi pelaku yang terkait, sehingga pengembangan kualitas (kemampuan dan tanggung jawab) pelaku manajemen kota sangatlah diperlukan. Selain itu juga perlu adanya partisipasi masyarakat. Dengan demikian, edukasi dan pengetahuan mengenai seluk beluk pertanahan perlu disebarluaskan kepada seluruh lapisan masyarakat.

REFERENSI

- Bernstein, J.D., 1996, *Land Use Consideration in Urban Environmental Management, (Excerpts Edition)*, Stockholm: Kungliga Tekniska Hogskolan.
- Branch, M. C., 1985, *Perencanaan kota Komprehensif: Pengantar & Penjelasan (edisi terjemahan)*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Catanese, A.J., and Snyder, J.C., 1989, *Perencanaan kota, Edisi Kedua, (edisi terjemahan)*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Devas, N., 1983, Financing Urban Land Development For Low Income Housing: An Analysis With Particular Reference to Jakarta - Indonesia, *Third World Planning Review*, Vol. 5. No. 3, August 1983, pp. 209 - 223
- Farvacque, C., & McAuslan, P., 1996, *Reforming Urban Land Policies and Institutions in Developing Countries (Excerpts Edition)*, Stockholm: Kungliga Tekniska Hogskolan.
- Kalbro, T., & Mattson, H., 1995, *Urban Land and Property Markets in Sweden*, London: UCL Press Limited.
- Marulanda, L., & Steinberg, F., 1991, Land Management and Guided Land Development in Jakarta, *IHS Working Paper Series*, No. 1, Rotterdam: Institute for Housing and Urban Development Studies.

PERANAN PARAMETER PENALTI PADA OPTIMASI DENGAN KENDALA

oleh:
F.X. Nurwadji Wibowo

**Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

Hd. Fak. TS
Tgl. 8-2-97
6 eln

PERANAN PARAMETER PENALTI PADA OPTIMASI DENGAN KENDALA

oleh:
F.X. Nurwadi Wibowo

**Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**



PERANAN PARAMETER PENALTI PADA OPTIMASI DENGAN KENDALA

Oleh

Fx. Nurwadi Wibowo

Fakultas Teknik - Jurusan Teknik Sipil, UAJY

Abstrak

Metoda fungsi penalti yang terdiri dari fungsi penalti dalam dan fungsi penalti luar sangat berguna untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan kendala, khususnya untuk masalah yang kompleks. Meskipun demikian, terdapat kontradiksi dalam penggunaan nilai parameter penalti. Karena parameter penalti dapat membuat kontur fungsi penalti menjadi eksentrik atau jauh dari titik optimum. Oleh karena itu dalam makalah ini akan dibahas mengenai peranan parameter penalti.

Pendahuluan

Masalah optimasi yang mencari nilai minimum atau maksimum dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu masalah optimasi tanpa kendala dan masalah optimasi dengan kendala. Solusi masalah optimasi tanpa kendala lebih mudah, karena tidak perlu mempertimbangkan kendala, dan metoda yang biasa dipakai dalam bidang teknik antara lain metoda Powell (conjugate direction method), metoda Simplex, metoda penurunan tercuram, metoda Fletcher - Reeves (conjugate gradient method), metoda Newton, metoda Davidon - Fletcher - Powell (quasi Newton), dan metoda Broyden - Fletcher - Goldfarb - Shanno (Fox 1971, Gallagher 1973, Haftka 1992, Kirsch 1981).

Pada umumnya masalah optimasi yang ada dalam bidang teknik ada kendalanya, misalnya tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan izin, perpindahan yang terjadi tidak boleh melebihi perpindahan izin, tinggi balok tidak boleh melebihi suatu nilai tertentu karena akan kurang indah dipandang dari segi arsitekturnya, dan lain-lain. Adanya

kendala ini menyebabkan masalah optimasi menjadi lebih sulit, apalagi kalau ada kendala persamaan, misalnya volume total balok-balok dalam suatu struktur harus sama dengan sebuah nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan kendala yang sederhana dapat digunakan faktor pengali Lagrange. Sedangkan untuk masalah yang tidak terlalu kompleks dapat diselesaikan secara langsung, menggunakan metoda yang biasa dipakai dalam bidang teknik, antara lain *methods of feasible directions*, dan *gradient projection method*. Pada masalah yang kompleks dapat diselesaikan menggunakan metoda fungsi penalti (Fox 1971, Gallagher 1973, Haftka 1992, Kirsch 1981).

Permasalahan

Meskipun metoda fungsi penalti dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan kendala yang kompleks, tetapi masih terdapat masalah dalam penentuan nilai awal parameter penalti dan kecepatan perubahannya bila digunakan dalam metoda optimasi konvensional. Oleh karena itu masih diperlukan pengetahuan mengenai peranan parameter penalti pada masalah optimasi dengan kendala, dan kemungkinan penggunaannya yang efektif.

Metoda Fungsi Penalti

Masalah optimasi dapat diformulasikan sebagai

$$\underset{x \in X}{\text{minimumkan}} \quad F(x) \quad (1)$$

yang memenuhi kendala

$$g_j(x) \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

dengan x menyatakan variabel desain, X menyatakan ruang variabel desain, $F(x)$ menyatakan fungsi sasaran, $g_j(x)$ menyatakan fungsi kendala pertaksamaan, dan n menyatakan jumlah kendala.

Untuk mengubah masalah dengan kendala menjadi masalah tanpa kendala dilakukan dengan menambahkan bagian penalti pada fungsi sasaran, sehingga diperoleh fungsi baru yang disebut fungsi penalti. Teknik yang memakai fungsi ini disebut metoda fungsi penalti. Bagian penalti yang ditambahkan pada fungsi sasaran mengandung perkalian antara parameter penalti dengan fungsi kendala, dan parameter penalti ini memberi bobot antara fungsi sasaran dengan fungsi kendala. Perumusan fungsi penalti yang mengubah masalah dengan kendala pada persamaan (1) dan (2) di atas menjadi masalah tanpa kendala dapat dinyatakan sebagai

$$\phi(x, r) = F(x) + r \sum_{j=1}^n G(g_j(x)) \quad (3)$$

dengan r menyatakan parameter penalti, dan $G(\cdot)$ menyatakan formulasi bagian kendala yang akan dibahas tersendiri pada materi makalah selanjutnya.

Proses optimasi memakai fungsi $\phi(x, r)$ pada persamaan (3) dilakukan secara bertahap menggunakan urutan nilai parameter penalti r_k ($k = 1, 2, 3, \dots$), dimana perubahannya dapat dinyatakan sebagai

$$r_{k+1} = c r_k \quad (4)$$

dengan c menyatakan konstan pengali. Tahapan proses optimasi menggunakan fungsi penalti yang secara bertahap makin dekat dengan hasil yang optimum ini juga disebut sebagai sequential unconstrained minimization technique (SUMT).

Metoda fungsi penalti dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu fungsi penalti dalam dan fungsi penalti luar. Dimana masing-masing mempunyai karakteristik sendiri-sendiri, khususnya dalam penanganan parameter penalti dan formulasi bagian kendala.

Fungsi Penalti Dalam

Pada metoda ini, bagian penalti dipilih sedemikian rupa sehingga nilainya makin mengecil. Oleh karena itu pada awalnya nilai parameter penalti relatif besar dan secara bertahap mengecil sampai dekat dengan nol, sehingga konstan pengali pada persamaan (4) harus lebih kecil dari satu, atau $c < 1$. Fungsi penalti dalam yang paling sering dipakai pada bidang teknik adalah

$$\phi(x, r) = f(x) + r \sum_{j=1}^n \frac{1}{g_j(x)} \quad (5)$$

Titik awal yang digunakan sebagai permulaan proses optimasi menggunakan fungsi penalti dalam dipilih dari sembarang lokasi, tetapi titik awal tersebut harus berada di dalam daerah layak. Titik berikutnya juga akan selalu berada di dalam daerah layak, karena kendala akan bertindak sebagai perintang yang tidak mengizinkan titik berikutnya tersebut keluar dari daerah layak, sehingga metoda ini juga dikenal sebagai *barrier method*. Penyelesaian masalah optimasi menggunakan fungsi penalti dalam mempunyai keuntungan, yaitu proses optimasi dapat dihentikan kapan saja dan hasil sementara yang ada dapat digunakan untuk desain struktur teknik, karena hasil sementara tersebut telah memenuhi kendala-kendala yang ada. Meskipun demikian, tidak semua masalah teknik dapat dengan mudah dicari titik awalnya, yaitu titik yang telah memenuhi kendala-kendala yang ada, atau dengan kata lain titik awal tersebut berada di daerah layak.

Nilai awal parameter penalti sangat mempengaruhi keberhasilan proses optimasi. Karena nilai awal parameter penalti yang terlalu besar memberikan hasil yang jauh dari titik optimum, tetapi prosesnya lebih mudah. Sedangkan kalau nilai awal parameter penalti terlalu kecil akan menyebabkan proses optimasinya menjadi sulit, tetapi hasil yang didapat dekat dengan titik optimum. Oleh karena itu nilai awal parameter penalti harus dipilih sedemikian besar sehingga penyelesaian proses optimasinya relatif mudah dan sedemikian

kecil sehingga hasil yang diperoleh relatif dekat dengan titik optimum yang dicari. Masalah meminimumkan fungsi sasaran (Haftka 1992)

$$f(x) = 0,5 x \quad (6)$$

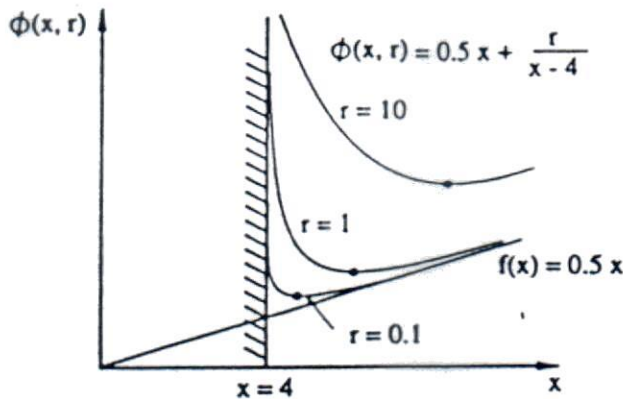
yang memenuhi kendala

$$g(x) = x - 4 \geq 0 \quad (7)$$

merupakan contoh sederhana masalah optimasi dengan kendala. Menggunakan persamaan (5), maka masalah diubah menjadi tanpa kendala dan dapat dinyatakan sebagai

$$\phi(x, r) = 0,5 x + \frac{r}{x - 4} \quad (8)$$

Gambar 1 memperlihatkan kurva fungsi penalti dalam $\phi(x, r)$ dengan beberapa nilai parameter penalti, yaitu $r = 10$, $r = 1$ dan $r = 0,1$.



Gambar 1. Kurva fungsi penalti dalam $\phi(x, r) = 0,5 x + \frac{r}{x - 4}$

Hasil optimum untuk masalah ini adalah $f(x=4) = 2$. Untuk $r = 10$, tampak bahwa titik minimum kurva $\phi(x,r)$ masih jauh dengan titik optimum $x = 4$. Untuk $r = 1$ titik minimum kurva $\phi(x,r)$ sudah lebih baik dibanding untuk $r = 10$. Dan untuk $r = 0,1$ titik minimum kurva $\phi(x,r)$ makin dekat dengan titik optimum. Untuk mencapai hasil akhir yang relatif dekat dengan titik optimum, maka secara berurutan nilai parameter penalti diperkecil menggunakan persamaan (4), dan untuk kasus ini dipakai $c = 0,1$.

Fungsi Penalti Luar

Formulasi fungsi penalti luar yang banyak dipakai dalam bidang teknik dapat dinyatakan sebagai

$$\phi(x,r) = f(x) + r \sum_{j=1}^n \langle g_j(x) \rangle^\alpha \quad (9)$$

dengan α menyatakan konstan positif yang merupakan pangkat dari fungsi kendala. Sedangkan tanda $\langle \cdot \rangle$ menyatakan

$$\langle g_j(x) \rangle = \begin{cases} g_j(x) & \Rightarrow g_j(x) < 0 \\ 0 & \Rightarrow g_j(x) \geq 0 \end{cases} \quad (10)$$

Bila $\alpha = 0$ maka $\phi(x,r) = \begin{cases} f(x) + r & \Rightarrow g_j(x) < 0 \\ f(x) & \Rightarrow g_j(x) \geq 0 \end{cases}$ yang merupakan fungsi tak kontinu di

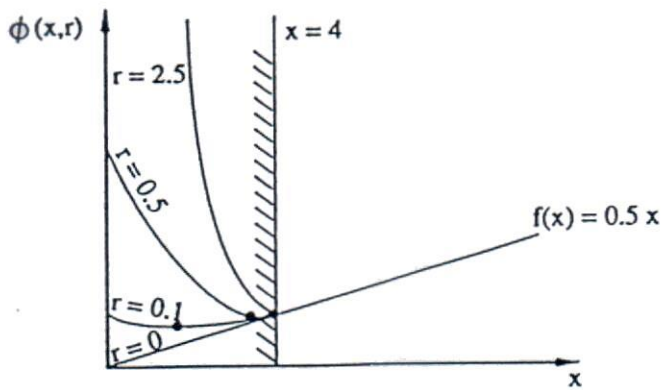
daerah kendala. Fungsi yang tak kontinu ini sulit dicari nilai minimumnya, sehingga $\alpha = 0$ tidak dipakai. Bila $0 < \alpha < 1$ maka diperoleh fungsi penalti luar yang kontinu, tetapi nilai penaltinya kecil dan turunan fungsi penalti luar $\partial \phi / \partial x$ tak kontinu, sehingga $0 < \alpha < 1$ juga tidak dipakai. Bila $\alpha = 1$ maka didapat fungsi penalti luar yang kontinu dan nilai penaltinya cukup besar, tetapi turunan fungsi penalti luar $\partial \phi / \partial x$ tak kontinu. Meskipun demikian $\alpha = 1$ dapat digunakan sebagai konstan pada persamaan (9) dengan memakai

nilai parameter penalti awal yang besar. Bila $\alpha > 1$ maka diperoleh fungsi penalti luar yang kontinu, nilai penaltinya besar, dan turunan fungsi penalti luar $\partial \phi / \partial x$ yang kontinu. Sehingga $\alpha > 1$ merupakan pilihan yang tepat, dan $\alpha = 2$ paling banyak dipakai dalam bidang teknik untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan kendala memakai metoda fungsi penalti luar.

Sembarang titik yang berada di luar daerah layak dapat digunakan sebagai titik awal proses optimasi. Hal ini sangat menguntungkan, terutama pada kasus yang sulit mencari titik awal yang tidak melanggar kendala-kendala yang ada. Meskipun demikian, metoda fungsi penalti luar ini mempunyai kelemahan, yaitu tidak dapat menggunakan hasil sementara yang diperoleh sebelum proses optimasi konvergen. Karena hasil sementara tersebut masih belum memenuhi kendala-kendala yang ada.

Pada awalnya dipilih nilai parameter penalti yang kecil, dan secara bertahap diperbesar memakai persamaan (4) dengan konstan pengali $c > 1$. Seperti halnya pada metoda fungsi penalti dalam, pada metoda fungsi penalti luar juga terdapat kontradiksi dalam pemilihan nilai parameter awal. Karena diperlukan nilai parameter penalti awal yang besar agar fungsi penalti luar $\phi(x,r)$ dengan cepat menuju ke daerah layak, tetapi untuk nilai parameter penalti awal yang besar tersebut memberikan kurva fungsi yang eksentrik sehingga sulit atau bahkan kadang tidak mungkin untuk diselesaikan. Oleh karena itu harus dipilih nilai parameter penalti awal yang relatif besar supaya mampu memaksa proses optimasi menuju daerah layak, tetapi nilai parameter penalti awal juga harus relatif kecil supaya fungsi penalti luar $\phi(x,r)$ masih dapat diselesaikan.

Gambar 2 memperlihatkan kurva fungsi penalti luar $\phi(x,r)$ untuk masalah yang dinyatakan oleh persamaan (6) dan (7) dengan beberapa nilai parameter penalti, yaitu $r = 0$, $r = 0,1$, $r = 0,5$ dan $r = 2,5$. Hasil optimum untuk masalah ini adalah $f(x=4) = 2$ (Haftka 1992). Untuk $r = 0$ tidak tampak titik minimum kurva $\phi(x,r)$. Untuk $r = 0,1$ titik minimum kurva $\phi(x,r)$ terletak masih jauh dari titik optimum. Untuk $r = 0,5$ tampak bahwa titik minimum sudah lebih baik dibanding untuk $r = 0,1$. Dan untuk $r = 2,5$ titik minimum kurva $\phi(x,r)$ makin dekat dengan titik optimum. Untuk mencapai hasil akhir yang relatif dekat dengan titik optimum, maka secara berurutan nilai parameter penalti diperbesar menggunakan persamaan (4), dan untuk kasus ini dipakai $c = 5$.



Gambar 2. Kurva fungsi penalti luar $\phi(x, r) = 0,5x + r(x-4)^2$

Masalah Nilai Parameter Penalti dan Aplikasi

Dari studi yang telah dilakukan di atas, tampak bahwa nilai parameter penalti masih merupakan masalah baik untuk metoda fungsi penalti dalam maupun metoda fungsi penalti luar. Hal ini disebabkan kecepatan konvergensi dan eksentrisitas kurva sangat bergantung pada nilai parameter penalti. Beberapa peneliti masalah optimasi telah menemukan beberapa nilai untuk menghampiri nilai parameter penalti awal. Fox (1971) mengusulkan

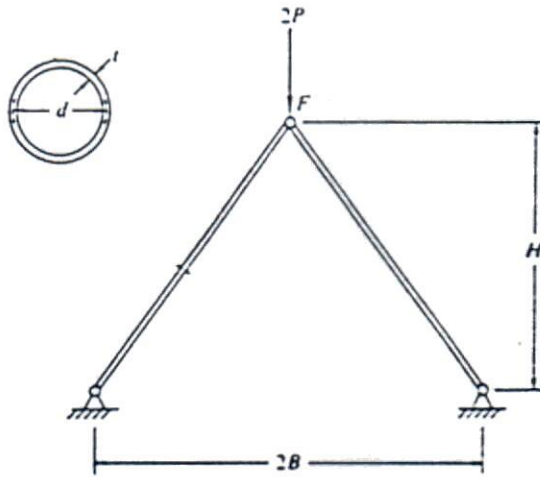
$$r \approx \frac{f(x)}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{g_j(x)}} \quad (11)$$

Rao (1987) mengusulkan nilai parameter penalti awal yang hampir sama dengan yang diusulkan oleh Fox, yaitu

$$r \approx 0,1 + 1,0 \frac{f(x)}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{g_j(x)}} \quad (12)$$

Subagijo (1991) mengusulkan nilai parameter penalti awal sebesar 5 % sampai 10 % dari nilai fungsi sasaran awal, yang diaplikasikan pada masalah optimasi ukuran penampang profil baja dari portal.

Aplikasi meminimumkan berat rangka batang sederhana yang terbuat dari pipa terlihat pada gambar 3, dengan variabel desain sebanyak dua buah.



Gambar 3. Kasus optimasi rangka batang sederhana

Kasus ini dipakai untuk memperjelas peranan parameter penalti. Formulasi masalah ini dapat dinyatakan sebagai

$$\text{minimumkan } f(H, d) = 2\pi \gamma d t \sqrt{B^2 + H^2} \quad (13)$$

yang memenuhi kendala tegangan desak izin

$$g_1(H, d) = \bar{\sigma} - \frac{P\sqrt{B^2 + H^2}}{\pi t H d} \geq 0 \quad (14)$$

dan memenuhi kendala tegangan tekuk

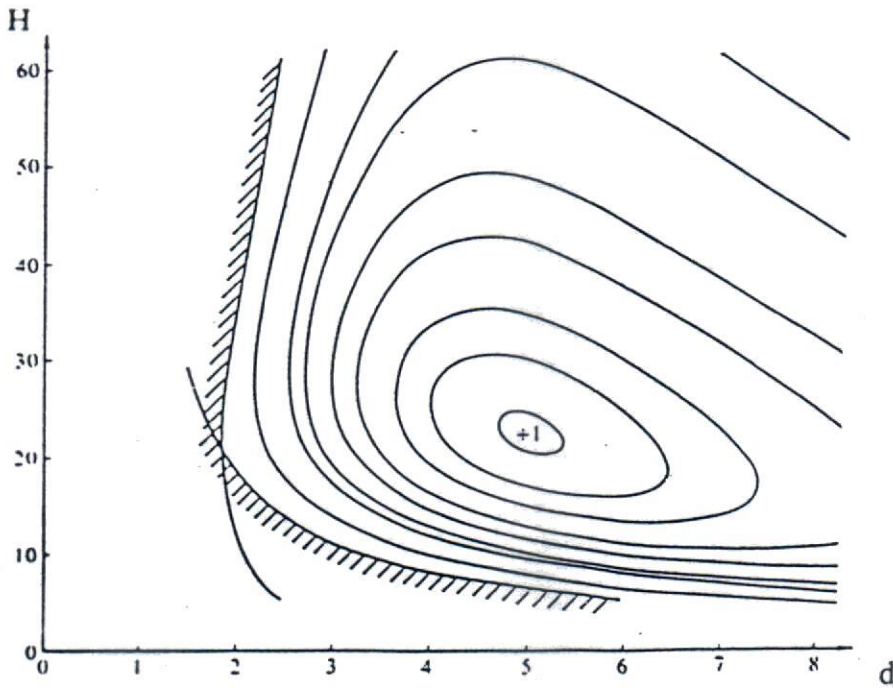
$$g_2(H, d) = \frac{\pi^2 E (d^2 + t^2)}{8 (B^2 + H^2)} - \frac{P \sqrt{B^2 + H^2}}{\pi t H d} \geq 0 \quad (15)$$

Pada persamaan di atas, H menyatakan variabel desain berupa tinggi rangka batang, d menyatakan variabel desain berupa diameter pipa, B menyatakan setengah bentang rangka batang dengan $B = 30$ in, t menyatakan tebal pipa dengan $t = 0,1$ in, P menyatakan setengah dari nilai beban yang bekerja dengan $P = 33$ kips, E menyatakan modulus elastisitas bahan baja dengan $E = 10.000$ ksi, $\bar{\sigma}$ menyatakan tegangan desak izin dengan $\bar{\sigma} = 100$ ksi, dan γ menyatakan berat jenis material baja yaitu $\gamma = 0,3$ lb/in³.

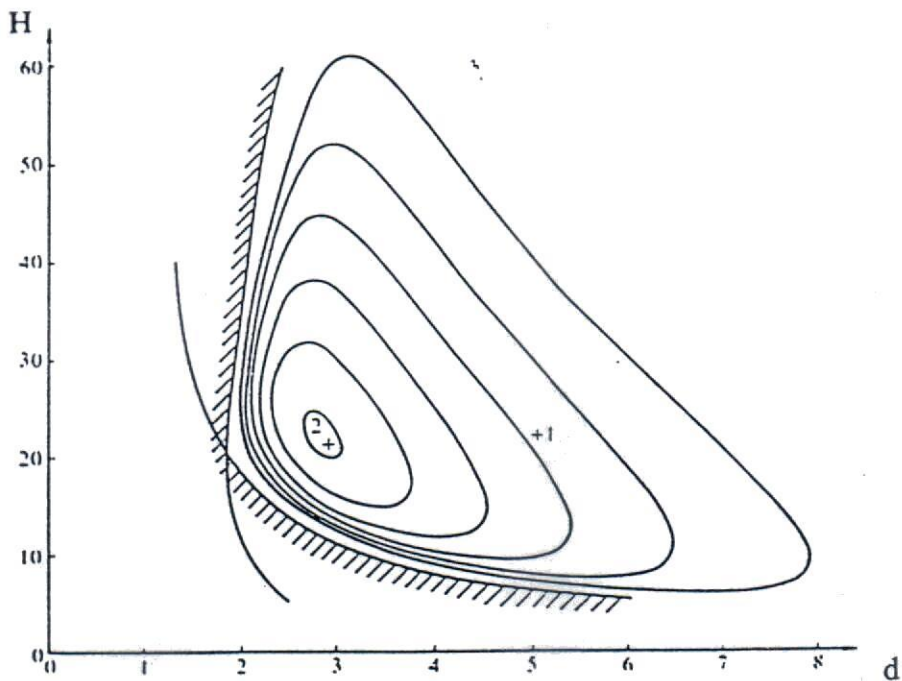
Menggunakan metoda fungsi penalti dalam, masalah dengan kendala tersebut diubah menjadi masalah tanpa kendala yang formulasinya dapat dinyatakan sebagai

$$\phi = f + r \left(\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2} \right) \quad (16)$$

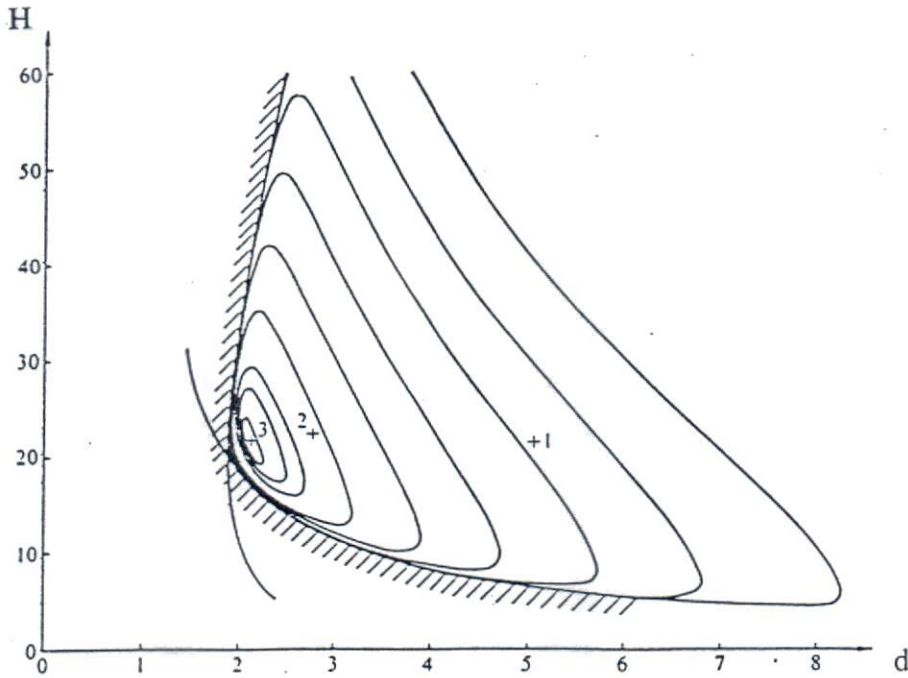
Kontur dari persamaan (16) untuk $r = 10^7$, $r = 10^6$, dan $r = 10^5$ berturut-turut disajikan pada gambar 4, gambar 5, dan gambar 6. Pada gambar 4 tampak bahwa kontur tidak eksentris, tetapi titik minimumnya jauh dari titik optimum, yaitu pada $H = 20,2$ in dan $d = 1,88$ in, yang menghasilkan berat rangka batang $f = 42,7$ lb. Pada gambar 5 kontur masih belum terlalu eksentris dan titik minimumnya masih jauh dari titik optimum. Pada gambar 6 kontur mulai eksentris, tetapi titik minimum makin dekat dengan titik optimum. Dari gambar-gambar ini tampak bahwa makin kecil nilai parameter penalti, makin dekat titik minimum dari fungsi penalti dalam dengan titik optimum, tetapi makin eksentris konturnya sehingga makin sulit proses optimasi untuk mencapai titik minimum.



Gambar 4. Kontur fungsi penalti dalam $\phi = f + r \left(\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2} \right)$ dengan $r = 10^7$



Gambar 5. Kontur fungsi penalti dalam $\phi = f + r \left(\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2} \right)$ dengan $r = 10^6$

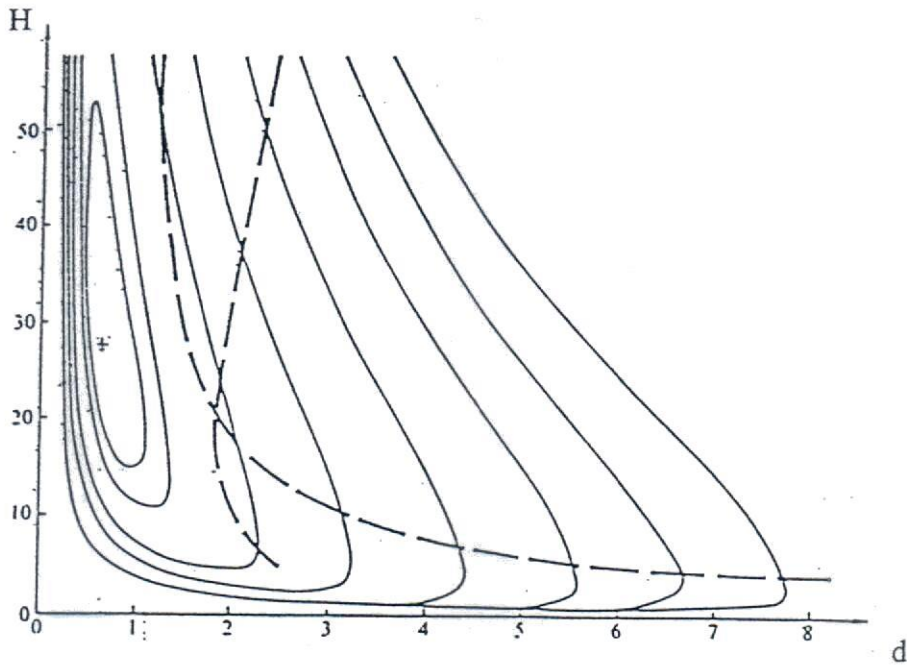


Gambar 6. Kontur fungsi penalti dalam $\phi = f + r \left(\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2} \right)$ dengan $r = 10^5$

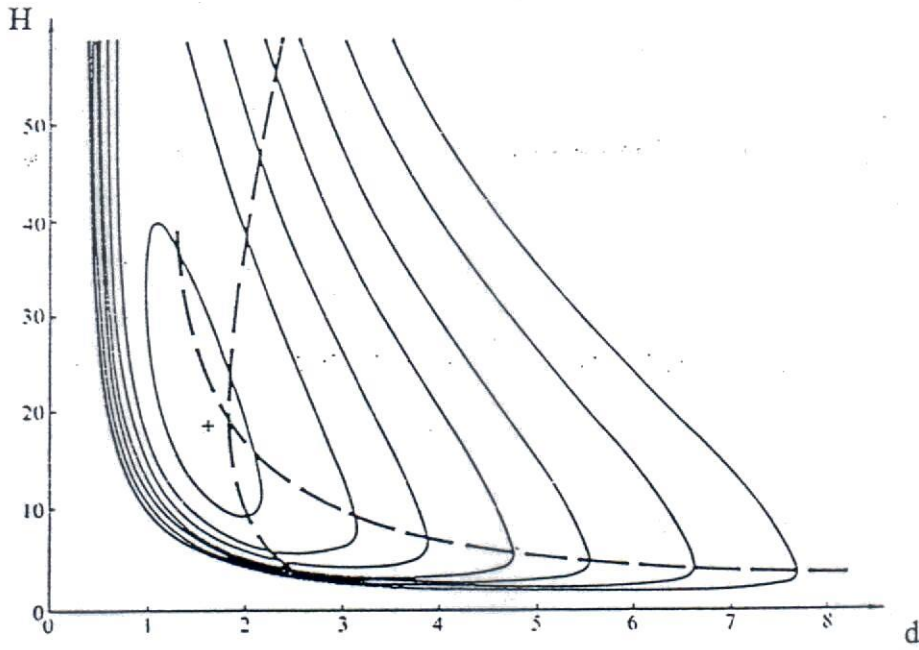
Menggunakan metoda fungsi penalti luar, masalah dengan kendala tersebut diubah menjadi masalah tanpa kendala yang formulasinya dapat dinyatakan sebagai

$$\phi = f + r \left[\langle g_1 \rangle^2 + \langle g_2 \rangle^2 \right] \quad (17)$$

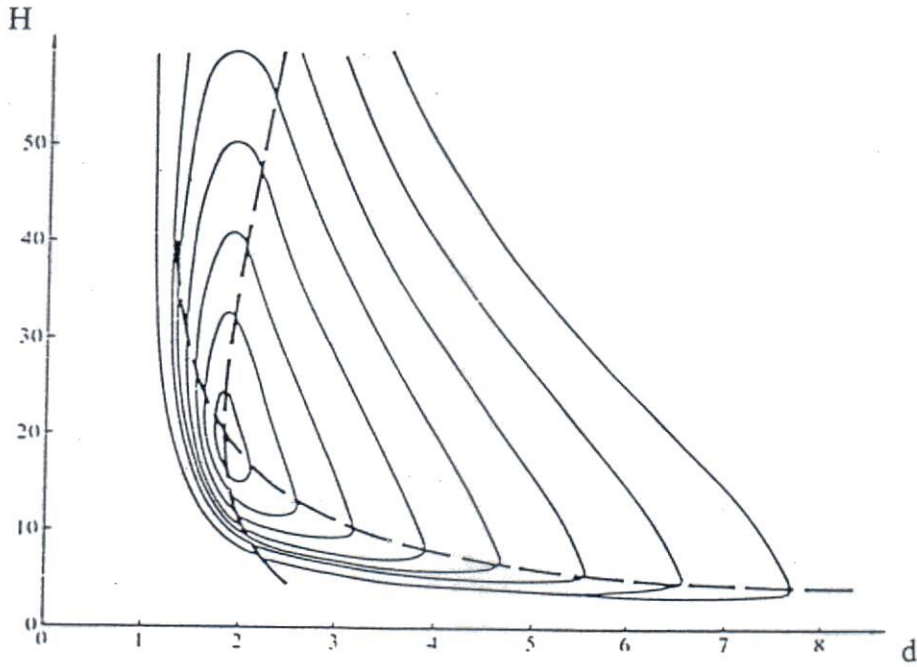
Kontur dari persamaan (17) untuk $r = 10^{-10}$, $r = 10^{-9}$, $r = 10^{-8}$, dan $r = 10^{-7}$ berturut-turut disajikan pada gambar 7, gambar 8, gambar 9, dan gambar 10. Pada gambar 7 dan gambar 8 tampak bahwa kontur tidak eksentris, tetapi titik minimumnya jauh dari titik optimum. Pada gambar 9 kontur sudah mulai eksentris dan titik minimumnya mulai dekat dengan titik optimum. Pada gambar 10 kontur makin eksentris, tetapi titik minimum makin dekat dengan titik optimum. Kelihatan bahwa makin besar nilai parameter penalti, makin dekat titik minimum dari fungsi penalti luar dengan titik optimum, tetapi makin eksentris konturnya sehingga makin sulit proses optimasi untuk mencapai titik minimum.



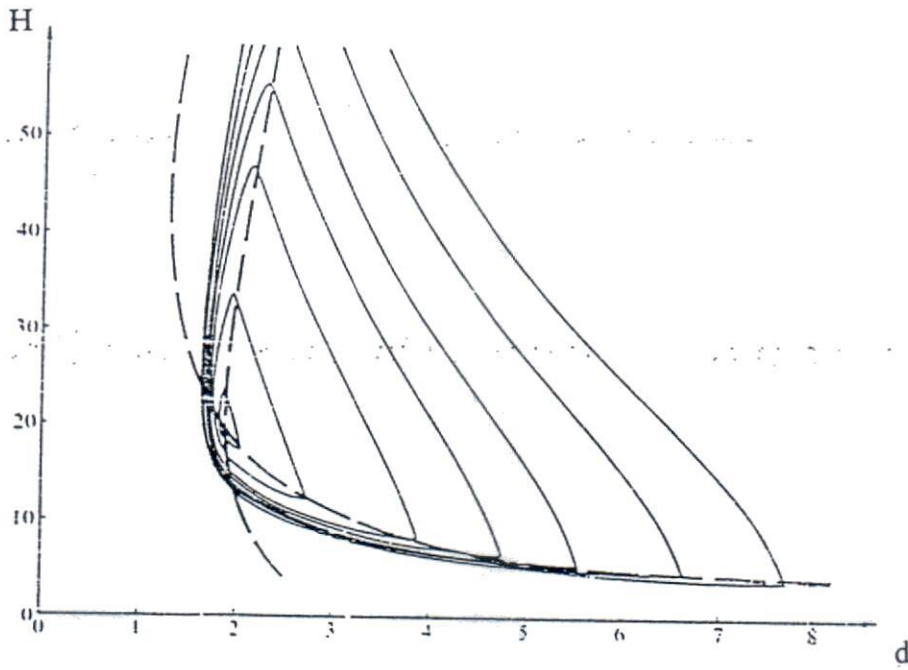
Gambar 7. Kontur fungsi penalti luar $\phi = f + r[\langle g_1 \rangle^2 + \langle g_2 \rangle^2]$ dengan $r = 10^{-10}$



Gambar 8. Kontur fungsi penalti luar $\phi = f + r[\langle g_1 \rangle^2 + \langle g_2 \rangle^2]$ dengan $r = 10^{-9}$

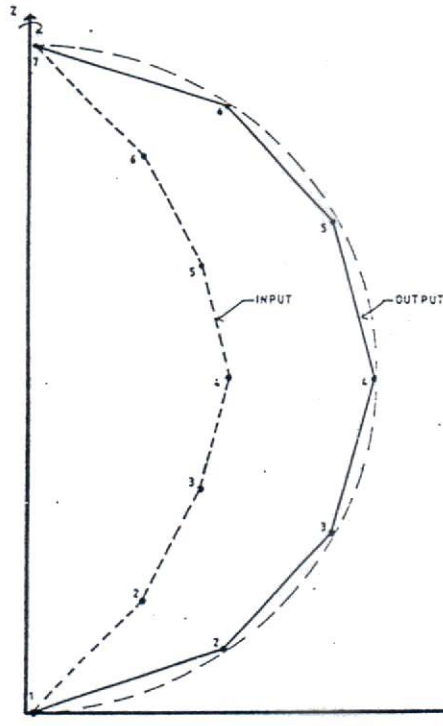


Gambar 9. Kontur fungsi penalti luar $\phi = f + r [\langle g_1 \rangle^2 + \langle g_2 \rangle^2]$ dengan $r = 10^{-3}$



Gambar 10. Kontur fungsi penalti luar $\phi = f + r [\langle g_1 \rangle^2 + \langle g_2 \rangle^2]$ dengan $r = 10^{-7}$

Aplikasikan masalah optimasi bentuk cangkang aksial simetris menggunakan nilai parameter penalti yang terdapat pada persamaan (11) untuk kasus beban tekanan merata, dengan menambah teknik re-start dan underrelaxation, ternyata berhasil menemukan bentuk yang dekat dengan bentuk bola. Gambar 11 memperlihatkan bentuk cangkang input dan bentuk cangkang output. Tetapi untuk kasus beban cairan dan beban berat sendiri cangkang ternyata gagal memperoleh bentuk yang dekat dengan bentuk bulat telur.



Gambar 11. Bentuk awal dan akhir kasus optimasi cangkang beban tekanan

Kesimpulan

Dari studi yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal pokok sebagai berikut

1. Nilai parameter penalti terbukti sangat berperan dalam menentukan berhasil atau gagalnya proses optimasi memakai metoda fungsi penalti.

2. Meskipun hampiran nilai awal parameter penalti telah diteliti, namun hasilnya masih belum memuaskan. Sehingga masih diperlukan penelitian lanjutan, khususnya untuk masalah optimasi bentuk.
3. Masih diperlukan penelitian pada aplikasi dan pencarian formulasi fungsi dan nilai parameter penalti pada metoda yang dalam waktu bersamaan membandingkan banyak titik kandidat.

Pustaka

Fox, R.L., 1971, *Optimization Methods for Engineering Design*, Addison Wesley Publishing Company.

Gallagher, R.H., 1973, *Optimum Structural Design Theory and Applications*, John Wiley and Sons, London.

Haftka, R.T. dan Gurdal. Z., 1992, *Elements of Structural Optimization*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Kirsch, U., 1981, *Optimum Structural Design : Concepts, Methods and Applications*, McGraw Hill Book Company, New York.

Rao, S.S., 1978, *Optimization Theory and Applications*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.

Subagijo, H., 1992, "Parameter Penalty Awal Pada Perencanaan Berat Minimum Portal Bidang Sederhana Dengan Conjugate Gradient Dan Fungsi Penalty Dalam", *Jurnal Teknik Sipil ITB*, Halaman 30 - 44.

PENGARUH DIMENSI TUBUH TERHADAP KECEPATAN BERJALAN KAKI

**(STUDI KASUS USIA 11-17 TAHUN DI SD BABARSARI, SMP 1 DEPOK
BABARSARI DAN SMU NEGERI 2 SLEMAN BABARSARI)**

oleh:

F.X. Pranoto Dirhan Putra

Seminar Akademik

Sabtu, 8 Februari 1997

Fakultas Teknik

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

PENGARUH DIMENSI TUBUH TERHADAP KECEPATAN BERJALAN KAKI

**(STUDI KASUS USIA 11-17 TAHUN DI SD BABARSARI, SMP I DEPOK
BABARSARI DAN SMU NEGERI 2 SLEMAN BABARSARI)**

oleh:

F.X. Pranoto Dirhan Putra

**Seminar Akademik
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**



INTISARI

PENGARUH DIMENSI TUBUH TERHADAP KECEPATAN BERJALAN KAKI.

Studi ini mencoba untuk meneliti apakah dimensi tubuh pejalan kaki berpengaruh terhadap kecepatan berjalan kaki yang dapat dijadikan sebagai langkah awal untuk perencanaan penyediaan prasarana pejalan kaki. Data sekunder diperoleh dari penelitian "Pengaruh Alinemen Terhadap Kecepatan Berjalan Kaki" (Pranoto dkk., 1995), yang dilakukan dengan membuat model berupa alinemen datar lurus, datar belok, miring 2°, 7°, 12° dan 17°. Studi ini mengasumsikan bahwa dimensi tubuh berupa kotak empat persegi panjang. Hasil studi menunjukkan bahwa semakin bertambah usia responden, dimensi tubuh semakin besar. Semakin besar dimensi tubuh, semakin cepat berjalan kaki. Dimensi tubuh pria cenderung lebih besar dibandingkan dengan dimensi tubuh wanita. Dimensi responden pria sebesar 118029,629 cm³ dengan rata-rata kecepatan berjalan kaki sebesar 121,832 cm/detik. Dimensi responden wanita sebesar 106571,3 cm³ dengan rata-rata kecepatan berjalan kaki sebesar 112,811 cm/detik. Responden usia sekolah dasar mempunyai dimensi tubuh sebesar 97433,018 cm³ dan kecepatan berjalan kaki sebesar 113,122 cm/detik. Responden usia sekolah menengah pertama mempunyai dimensi tubuh sebesar 101622,15 cm³ dan kecepatan berjalan kaki sebesar 114,737 cm/detik. Responden usia sekolah menengah umum mempunyai dimensi tubuh sebesar 137846,225 cm³ dan kecepatan berjalan kaki sebesar 117,61 cm/detik.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia melakukan kegiatan transportasi pada awalnya hanya dengan berjalan kaki. Selanjutnya transportasi manusia dibantu oleh hewan seperti kuda, sapi, keledai, unta dan hewan lainnya. Kemudian mesin-mesin kendaraan menggantikan hewan-hewan tersebut. Perkembangan pemakaian mesin-mesin kendaraan tersebut berdampak sangat luas pada kehidupan manusia dan lingkungannya.

Dampak pemakaian kendaraan bermotor tersebut adalah peningkatan kecepatan transportasi, kemudahan komunikasi, pertumbuhan pembangunan, polusi dan terbentuknya jalur khusus untuk kendaraan bermotor yang menggeser status pejalan kaki. Pergeseran status ini ditandai dengan berubahnya jalan setapak menjadi trotoar.

Jalan setapak adalah jalan yang lebar dan kemampuannya terbatas dan hanya dapat dilalui oleh pejalan kaki

Yang dimaksud dengan trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak di daerah manfaat jalan, diberi lapis permukaan, diberi elevasi lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan dan umumnya sejajar dengan jalur lalu-lintas kendaraan. Fungsi utama trotoar adalah untuk memberikan pelayanan kepada pejalan kaki sehingga dapat meningkatkan kelancaran, keamanan dan kenyamanan pejalan kaki. Trotoar juga berfungsi memperlancar lalu-lintas jalan raya karena tidak

terpengaruh atau tidak terganggu oleh lalu-lintas pejalan kaki (Dit. Jen. Bina Marga ;1993).

Penyediaan prasarana pejalan kaki yang menjamin kelancaran, keamanan dan kenyamanan pemakainya diharapkan dapat meningkatkan kualitas kehidupan masyarakatnya. Dengan jalur pejalan kaki yang baik, diharapkan orang akan cenderung senang dan sering berjalan kaki. Dengan demikian dapat meningkatkan kesehatan pemakainya, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas kerjanya.

Jika dapat mengenali perilaku pejalan kaki dengan lebih baik maka dapat dicapai perencanaan dan perancangan jalur pejalan kaki yang optimal, yang dapat menjamin kelancaran, keamanan dan kenyamanan pemakainya sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Mengingat penambahan penduduk, perkembangan wilayah dan keterbatasan lahan maka penelitian tentang kecepatan berjalan kaki di Yogyakarta jelas dapat mendukung perencanaan wilayah tersebut sebagai kota pariwisata dan kota pelajar. Hal ini dikarenakan karakteristik kecepatan berjalan kaki adalah faktor yang sangat penting pada perencanaan dan perancangan penyediaan prasarana berjalan pejalan kaki.

B. Definisi dan Karakteristik Ruang dan Lalu-lintas Pejalan Kaki

1. Volume Arus, adalah jumlah unit lalu-lintas pejalan kaki yang melewati segmen tertentu per satuan waktu.
2. Kecepatan berjalan, adalah perbandingan antara jarak yang ditempuh orang berjalan kaki dengan waktu tempuhnya. Kecepatan adalah jarak yang ditempuh pejalan kaki per satuan waktu.

3. Kepadatan (D), adalah jumlah unit lalu-lintas pejalan kaki dibagi dengan unit lalu-lintas.

$$D = n : \text{luas areal}$$

n : bilangan tetap yang menyatakan jumlah pejalan kaki, misal, 10/ luas areal yang bervariasi.

Kepadatan dapat juga dinyatakan dengan :

$$M = \text{Luas areal} : \text{jumlah pejalan kaki}$$

4. Waktu Antara dan Jarak Antara, adalah waktu dan jarak pemisah antara dua unit lalu-lintas yang berurutan.
5. Antrian, adalah satu atau lebih unit lalu-lintas yang menunggu pelayanan.
6. Persamaan Arus (P)

Persamaan arus dihitung dengan rumus:

$$P = S \times D$$

S : kecepatan

D : Kepadatan Rata-rata

Volume =	Volume rata-rata pejalan kaki (jarak/ waktu)
	Luas area rata-rata (luas/ Jumlah pejalan kaki)

7. Persepsi Ruang, , adalah jarak rata-rata antara dua orang yang bertemu dengan berbagai jenis pertemuan (Fruin,1971). Pertemuan tersebut dapat berupa pertemuan umum, sosial dan pribadi.
8. Zone ruang perjalanan pejalan. Menurut zone-nya ruang perjalanan dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu zone ruang kaki berjalan dan zone indera. Zone ruang kaki adalah ruang yang dibutuhkan kaki saat berjalan

(Fruin,1971). Zone indera adalah ruang pandangan yang dibutuhkan yang diperlukan saat berjalan.

9. Berjalan kaki, adalah perjalanan yang dilakukan orang dengan menggunakan kakinya dan pada waktu berjalan kedua kakinya tidak terangkat secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh saat berjalan kaki adalah faktor goyangan. Faktor goyangan adalah ruang yang dibutuhkan seseorang pada waktu berjalan sebagai akibat gerakan badannya untuk berjalan.

C. Hubungan Antara Berbagai Faktor Perilaku Pejalan Kaki

Pengaruh antara faktor-faktor perilaku pejalan kaki antara lain :

1. kecepatan berjalan (jarak/waktu) dan distribusi frekuensinya,
2. pengaruh rata-rata luas area (M, luas/pejalan kaki) terhadap kecepatan berjalan,
3. pengaruh rata-rata luas area (M, luas/pejalan kaki) terhadap volume arus pejalan kaki (pejalan kaki/lebar jalan/waktu),
4. pengaruh kecenderungan pejalan kaki untuk menghindar dari konflik dengan pejalan kaki lainnya, pada arah longitudinal dan lateral,
5. pengaruh kemungkinan konflik arus lalu-lintas pejalan kaki yang berlawanan arah (rata-rata luas area (M) versus kemungkinan konflik),
6. pengaruh jenis jalan masuk (pintu, pagar putar, tempat naik bus dan sebagainya) terhadap waktu antara (detik) dan volume pejalan kaki ekuivalen,
7. kecepatan miring di tangga dan distribusi frekuensinya,
8. pengaruh umur dan jenis kelamin terhadap kecepatan arah horisontal di tangga, pada arah naik dan turun tangga,
9. pengaruh kecepatan horisontal di tangga terhadap kecepatan miring,

10. pengaruh volume arus pejalan kaki terhadap tingkat okupansi tangga,
11. kemacetan lalu-lintas pejalan kaki,
12. standarisasi disain tingkat pelayanan.

Konsep tingkat pelayanan berdasarkan pada kebebasan memilih kecepatan normal, kemampuan menyalip pejalan kaki dengan pelan dan kemudahan menyeberang serta memutar arah pada berbagai konsentrasi lalu-lintas pejalan kaki. Disain tingkat pelayanan ini dibuat dengan membandingkan berbagai kelompok tingkat pelayanan dengan beberapa nilai okupansi area pejalan kaki, volume arus dan ilustrasinya.

D. Batasan Studi

Responden diasumsikan melakukan perjalanan pada kondisi normal dan sehat. Usia yang diteliti 11 tahun hingga 17 tahun, pria dan wanita, dengan penggolongan usia sekolah dasar 11-13 tahun (SD Babarsari), sekolah menengah pertama 14-16 tahun (SMP 1 Depok Sleman) dan sekolah menengah atas 16-17 tahun (SMU Negeri 2 Sleman).

Kelandaian alinemen dipilih antara 2° sampai 17° dengan kelandaian yang dipakai 2° , 7° , 12° dan 17° . Kelandaian tersebut adalah kelandaian pada arah memanjang alinemen.

Dimensi tubuh responden diasumsikan sebagai kotak empat persegi panjang.

E. Permasalahan

Permasalahan yang akan diteliti adalah apakah dimensi tubuh berpengaruh terhadap kecepatan berjalan kaki ?

F. Hipotesis

Hipotesis studi ini adalah sebagai berikut :

1. Dimensi tubuh, alinemen dan kecepatan berjalan kaki.

Semakin besar sudut kemiringan alinemen, pengaruh dimensi tubuh pada kecepatan berjalan semakin besar.

2. Dimensi tubuh, jenis kelamin dan kecepatan berjalan.

Dimensi tubuh dan kecepatan berjalan kaki pria lebih besar dan lebih cepat dibandingkan dimensi tubuh dan kecepatan berjalan kaki wanita.

3. Dimensi tubuh, usia dan kecepatan berjalan kaki.

Semakin dewasa, semakin besar dimensi tubuhnya maka kecepatan berjalannya semakin besar.

G. Tujuan

Tujuan diadakannya studi ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh dimensi tubuh, usia dan jenis kelamin terhadap kecepatan berjalan kaki.
2. Dengan mengetahui pengaruh tersebut dapat dipergunakan sebagai pertimbangan pada perencanaan penyediaan prasarana pejalan kaki.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Hasil penelitian Jhon J. Fruin (1971) terhadap 1000 responden pejalan kaki yang tidak membawa barang bawaan di Terminal Bis *Port Authority* dan Stasiun *Pennsylvania* diperoleh data bahwa kecepatan berjalan rata-rata pria 81 meter/menit, wanita 76,2 meter/menit dan rata-rata keduanya 79,5 meter/menit. Dengan mengasumsikan pejalan kaki pada kondisi populasi distribusi normal diperoleh kecepatan paling lambat adalah 42,5 meter/menit dan kecepatan paling cepat adalah 141 meter/menit. Apabila kecepatan berjalan kurang dari 42,5 meter/menit dianggap tidak normal dan apabila lebih dari 141 meter/menit dianggap sebagai lari. Kecepatan berjalan semakin berkurang dari 82,2 meter/menit pada usia 20-25 tahun ke 64,5 meter/menit pada usia 81-87 tahun. Kelandaian antara 5° sampai dengan 10° mengurangi kecepatan berjalan sebesar 11,5% dan pada kelandaian 10° sampai dengan 20° mengurangi kecepatan berjalan 25%.

Hasil penelitian Heddy R. Agah, dan Endang Widjajanti, (1986), berjudul "Efisiensi Pemanfaatan Fasilitas Prasarana Pejalan Kaki Daerah Urban" disebutkan bahwa kecepatan berjalan rata-rata penduduk Jakarta pada jalan datar adalah 57 meter/menit. Menurut Vordphol. T dkk, (1985), kecepatan berjalan rata-rata penduduk Singapura 74 meter/menit, sedangkan menurut Older (1964) kecepatan berjalan rata-rata penduduk Inggris 79 meter/menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pranoto Dirhan dkk (1995) terhadap 40 siswa SD Babarsari, 40 siswa SMP Babarsari dan 40 siswa SMU

Babarsari diperoleh hasil bahwa pada sudut kemiringan alinemen yang semakin besar, kecepatan berjalan responden semakin berkurang (lambat). Dari sudut yang diteliti 2° , 7° , 12° , dan 17° , penurunan kecepatan berjalan kaki terbesar adalah kelandaian 17° (dibandingkan kecepatan berajalan kaki pada alinemen lurus (129,03 cm/detik)) yaitu sebesar 66,5% (85,87 cm/detik). Kecepatan berjalan kaki responden pria (119,053 cm/detik) lebih cepat dibandingkan kecepatan berjalan kaki responden wanita (111,620 cm/detik). Kecepatan berjalan kaki tercepat dicapai oleh responden pria usia sekolah menengah umum sebesar 121,62 cm/detik, sedangkan kecepatan jalan kaki terlambat dicapai oleh responden wanita usia sekolah menengah pertama 109,38 cm/detik. Kecepatan berjalan pada usia yang semakin dewasa cenderung semakin cepat. Perubahan kecepatan berjalan responden usia SD dan responden usia SMP bertambah cepat sebesar 1,46%, sementara itu perubahan kecepatan berjalan kaki responden usia SD dan responden usia SMU bertambah cepat sebesar 4,01%. Pada alinemen miring kecepatan berjalan kaki naik lebih cepat dibandingkan kecepatan berjalan kaki turun.

BAB III

METODA STUDI

Data dimensi tubuh, jenis kelamin dan kecepatan berjalan diperoleh dengan mengumpulkan data sekunder dari hasil penelitian sebelumnya, yaitu penelitian "Pengaruh Alinemen Terhadap Kecepatan Berjalan Kaki" (Pranoto D.P., dkk, 1995). Analisis data tersebut dengan statistik kuantitatif.

Responden pada studi ini dianggap sebagai kotak empat persegi panjang. Responden mula-mula diukur lebar bahu, lebar badan dan tinggi badan pada kondisi diam. Sebelum berjalan responden diberi pengarahan untuk berjalan biasa seolah-olah seperti tidak dalam observasi. Kemudian responden diminta berjalan sesuai dengan jalur yang disediakan. Pada waktu responden berjalan diukur waktu yang diperlukan untuk melewati batas-batas yang telah ditentukan serta dicatat. Setelah mencapai puncak responden melewati rute seperti sebelumnya dan dicatat waktunya.

BAB IV

PEMBAHASAN

Data yang didapat dari hasil observasi di lapangan adalah dimensi tubuh yang dinyatakan dalam satuan cm^3 dan waktu tempuh berjalan kaki yang dinyatakan dalam satuan detik. Pengukuran dimensi tubuh dilakukan dengan pengukuran tinggi badan, lebar badan dan tebal badan. Pengukuran waktu tempuh dilakukan dengan menekan tombol "*start*" pada "*stop watch*" pada saat kaki responden menyentuh garis yang dibuat sebagai awalan alinemen dan mematikan "*stop watch*" pada saat kaki responden menyentuh garis yang ditetapkan sebagai akhir alinemen. Garis-garis tersebut ditandai dengan cat warna merah. Pengukuran waktu tempuh ini dilakukan dua kali yaitu saat berangkat (naik) dan kembali (turun).

Jumlah dari seluruh responden sebanyak 120 orang, terdiri dari 40 responden yang merupakan siswa SD Babarsari (20 wanita, 20 pria), 40 responden yang merupakan siswa SMP Babarsari (20 wanita, 20 pria) dan 40 responden yang merupakan siswa SMU Babarsari (20 wanita, 20 pria). Usia semua responden adalah 11-13 tahun untuk sekolah dasar, 14-16 tahun untuk sekolah menengah pertama, 16-17 tahun untuk responden sekolah menengah umum. Pengukuran dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki responden dilakukan pada waktu pagi hari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 08.30 WIB pada hari Kamis, Jumat dan Sabtu tanggal 6, 7 dan 8 Juli 1995. Lokasi pengukuran dipusatkan di SD Babarsari.

A. Hasil Pengukuran Dimensi Tubuh

Hasil pengukuran dimensi tubuh dinyatakan dalam satuan cm^3 . Rerata dimensi tubuh total responden sekolah dasar, sekolah menengah pertama dan sekolah menengah umum sebesar $112300,464 \text{ cm}^3$. Rata-rata dimensi tubuh pria ($118029,629 \text{ cm}^3$) lebih besar dari rerata dimensi tubuh total dan rata-rata dimensi tubuh wanita ($106571,3 \text{ cm}^3$) lebih kecil dari rerata dimensi tubuh total. Rerata dimensi tubuh siswa sekolah menengah umum ($137846,225 \text{ cm}^3$) lebih besar dari rerata dimensi tubuh total. Rerata dimensi tubuh siswa sekolah dasar ($97433,0187 \text{ cm}^3$) dan rerata dimensi tubuh siswa sekolah menengah pertama ($101622,15 \text{ cm}^3$) lebih kecil dari rerata dimensi tubuh total.

Dari data rerata dimensi tubuh di atas dapat diketahui bahwa semakin bertambah usia responden akan semakin besar dimensi tubuhnya.

B. Hasil Pengukuran Waktu Tempuh Berjalan Kaki

1. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Datar Lurus

Hasil pengukuran pada alinemen datar lurus sepanjang 200 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 1,555 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 1,50 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 1,611 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 1,577 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 1,562 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,555 detik. Sedangkan

rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah atas sebesar 1,527 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,555 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen datar lurus semakin berkurang.

2. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Datar Belok

Hasil pengukuran pada alinemen datar belok sepanjang 455,53 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 3,551 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 3,517 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 3,587 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 3,552 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 3,620 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 3,551 detik. Sedangkan rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah umum sebesar 3,481 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 3,551 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen datar belok semakin berkurang.

3. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Miring 2°

Hasil pengukuran pada alinemen miring 2° sepanjang 225 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 1,780 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 1,71 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 1,848 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 1,807 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 1,785 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,780 detik. Sedangkan rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah umum sebesar 1,747 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,780 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen miring 2° semakin berkurang.

4. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Miring 7°

Hasil pengukuran pada alinemen miring 7° sepanjang 225 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 1,875 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 1,820 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 1,931 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki

naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 1,922 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 1,877 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,875 detik. Sedangkan rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah umum sebesar 1,827 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,875 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen miring 7° semakin berkurang.

5. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Miring 12°

Hasil pengukuran pada alinemen miring 12° sepanjang 225 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 1,948 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 1,906 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 1,990 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 1,987 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 1,965 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,948 detik. Sedangkan rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah umum sebesar 1,892 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 1,948 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen miring 12° semakin berkurang.

6. Waktu Tempuh Berjalan Kaki Pada Alinemen Miring 17°

Hasil pengukuran pada alinemen miring 17° sepanjang 225 cm ini dinyatakan dalam satuan detik. Dari data hasil pengukuran waktu tempuh berjalan kaki diketahui rerata waktu tempuh berjalan kaki total naik/berangkat dan turun/kembali semua responden sebesar 2,622 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat sebesar 2,580 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki turun/kembali sebesar 2,650 detik. Rerata waktu tempuh berjalan kaki naik/berangkat dan turun/kembali responden sekolah dasar sebesar 2,692 detik dan responden sekolah menengah pertama sebesar 2,597 detik lebih besar dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 2,622 detik. Sedangkan rerata waktu tempuh berjalan kaki responden sekolah menengah umum sebesar 2,577 detik lebih kecil dari rerata waktu tempuh berjalan kaki total semua responden sebesar 2,622 detik.

Dari data rerata waktu tempuh berjalan kaki tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin bertambah usia responden dan semakin besar dimensi tubuh responden, waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan pada alinemen miring 17° semakin berkurang.

C. Hubungan Antara Dimensi Tubuh, Alinemen Dan Kecepatan Berjalan Kaki Rata-rata

Hubungan antara unsur-unsur tersebut dapat diketahui dari data dari dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki pada setiap alinemen yang ditinjau. Dari data dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki dapat diketahui kecepatan berjalan kaki dan persentase perubahan kecepatan berjalan kaki.

.1. Hubungan Antara Dimensi Tubuh, Alinemen, Waktu Tempuh Bejalan Kaki Rata-rata, Kecepatan Berjalan Kaki Rata-rata Dan Persentase Perubahan Kecepatan Dari Semua Responden

Dari data dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki pada setiap alinemen yang ditinjau dinyatakan bahwa:

1. semakin besar kemiringan alinemen membutuhkan waktu tempuh berjalan kaki yang cenderung semakin banyak dan semakin besar dimensi tubuh responden membutuhkan waktu tempuh berjalan kaki yang semakin sedikit,
2. semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan responden cenderung semakin rendah dan semakin besar dimensi tubuh responden kecepatan berjalannya semakin tinggi,
3. semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan responden mengalami perubahan yang cenderung semakin besar dan semakin besar dimensi tubuh responden persentase perubahan kecepatan berjalannya paling sedikit.

2. Hubungan Antara Dimensi Tubuh, Alinemen, Waktu Tempuh Berjalan Kaki Naik dan Turun dan Kecepatan Berjalan Kaki Naik dan Turun Semua Responden

Hubungan antara unsur-unsur tersebut dapat diketahui dari data dari dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki naik dan turun pada setiap alinemen yang ditinjau. Dari data dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki naik dan turun dapat diketahui kecepatan berjalan kaki dan persentase perubahan kecepatan berjalan kaki dari semua responden sehingga dapat dinyatakan:

1. waktu tempuh berjalan kaki responden untuk berjalan menanjak (naik) lebih singkat dibandingkan waktu tempuh berjalan responden untuk berjalan menurun (turun),
2. semakin besar dimensi tubuh responden waktu tempuh berjalan kaki yang dibutuhkan akan semakin singkat, baik untuk menanjak (naik) maupun menurun (turun),
3. kecepatan berjalan kaki responden untuk berjalan menanjak (naik) lebih cepat dibandingkan kecepatan berjalan responden untuk berjalan menurun (turun).
4. semakin besar dimensi tubuh responden kecepatan berjalan kaki yang dibutuhkan akan semakin cepat, baik untuk menanjak (naik) maupun menurun (turun).
5. semakin besar dimensi tubuh responden, persentase perubahan kecepatan berjalan kaki pada berbagai kemiringan alinemen cenderung semakin besar pada kemiringan alinemen yang semakin besar.

3. Hubungan Antara Dimensi Tubuh, Alinemen, Waktu Tempuh Berjalan Kaki Rata-rata (Naik dan Turun) dan Kecepatan Berjalan Kaki Rata-rata (Naik dan Turun) dan Persentase Perubahan Kecepatan Dari Responden Pria dan Wanita

Hubungan antara unsur-unsur tersebut dapat diketahui dari data dari jenis kelamin, dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) pada setiap alinemen yang ditinjau. Dari data jenis kelamin, dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) dapat diketahui kecepatan dan persentase perubahan kecepatan berjalan kaki (naik dan turun) dari responden pria dan wanita sehingga dapat dinyatakan:

1. Waktu tempuh rata-rata (naik dan turun) berjalan kaki responden pria lebih singkat dibandingkan waktu tempuh rata-rata (naik dan turun) berjalan responden wanita.
2. Semakin besar kemiringan alinemen waktu tempuh rata-rata berjalan kaki (naik dan turun) yang dibutuhkan akan semakin banyak, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
3. Bahwa kecepatan berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) responden pria lebih tinggi dibandingkan kecepatan berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) responden wanita.
4. Semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan kaki rata-rata total semakin rendah, baik untuk responden pria maupun wanita.
5. Persentase perubahan kecepatan berjalan kaki responden pada berbagai kemiringan alinemen cenderung semakin besar pada kemiringan alinemen yang semakin besar.

6. Perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria cenderung lebih kecil dibandingkan perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita.

Hubungan antara dimensi tubuh, alinemen, waktu tempuh berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) dan kecepatan berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) dan persentase perubahan kecepatan dari responden pria dan wanita menurut kelompok usia dapat diketahui dari data jenis kelamin, dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) pada setiap alinemen yang ditinjau. Dari data jenis kelamin, dimensi tubuh dan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) dapat diketahui kecepatan dan persentase perubahan kecepatan berjalan kaki (naik dan turun) pada berbagai kelompok usia dari responden pria dan wanita dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Kelompok usia sekolah dasar

- ♦ Waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan kaki responden pria sekolah dasar lebih singkat dibandingkan waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan responden wanita sekolah dasar.
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen waktu tempuh rata-rata total berjalan kaki yang dibutuhkan akan semakin banyak, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
- ♦ Kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria sekolah dasar lebih tinggi dibandingkan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) semakin rendah baik untuk responden pria maupun wanita

- ♦ Persentase perubahan kecepatan berjalan kaki responden pada berbagai kemiringan alinemen cenderung semakin besar pada kemiringan alinemen yang semakin besar
- ♦ Perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria cenderung lebih kecil dibandingkan perubahan kecepatan rata-rata total (naik dan turun) responden wanita

2. Kelompok usia sekolah menengah pertama

- ♦ Waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan kaki responden pria sekolah menengah pertama lebih singkat dibandingkan waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan responden wanita sekolah menengah pertama.
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen waktu tempuh rata-rata total berjalan kaki yang dibutuhkan akan semakin banyak, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
- ♦ Kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria sekolah menengah pertama lebih tinggi dibandingkan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita sekolah menengah pertama.
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) akan semakin rendah, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
- ♦ Persentase perubahan kecepatan berjalan kaki responden pada berbagai kemiringan alinemen cenderung semakin besar pada kemiringan alinemen yang semakin besar.

- ♦ Perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria cenderung lebih kecil dibandingkan perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita.

3. kelompok sekolah menengah umum

- ♦ Waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan kaki responden pria sekolah menengah umum lebih singkat dibandingkan waktu tempuh rata-rata total (naik dan turun) berjalan responden wanita sekolah menengah umum.
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen waktu tempuh rata-rata total berjalan kaki yang dibutuhkan akan semakin banyak, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
- ♦ Kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria sekolah menengah umum lebih tinggi dibandingkan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita sekolah menengah umum.
- ♦ Semakin besar kemiringan alinemen kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) akan semakin rendah, baik untuk responden pria maupun responden wanita.
- ♦ Persentase perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pada berbagai kemiringan alinemen cenderung semakin besar pada kemiringan alinemen yang semakin besar.
- ♦ Perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden pria cenderung lebih kecil dibandingkan perubahan kecepatan berjalan kaki rata-rata total (naik dan turun) responden wanita.

4. Hubungan Antara Dimensi Tubuh, Usia, Jenis Kelamin, Waktu Tempuh Berjalan Kaki Dan Kecepatan Berjalan Kaki Semua Responden

Hubungan antara unsur-unsur tersebut dapat diketahui dari data dari dimensi tubuh, usia, jenis kelamin, waktu tempuh berjalan kaki dan kecepatan berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) pada setiap alinemen yang ditinjau. Dari data dimensi tubuh, usia, jenis kelamin, waktu tempuh berjalan kaki dan kecepatan berjalan kaki rata-rata (naik dan turun) dapat diketahui persentase perubahan kecepatan berjalan kaki (naik dan turun) dari responden pria dan wanita sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut :

Semakin besar usia responden, dimensi tubuhnya cenderung semakin besar. selisih dimensi tubuh terbesar adalah antara responden usia SMU dengan dimensi tubuh usia SD yaitusebesar 41,478%. Perubahan antara dimensi tubuh usia SMU dengan dimensi usia SMP yaitu sebesar 35,646%, sedangkan perbedaan antara dimensi tubuh SMP dengan dimensi tubuh usia SD sebesar 4,299%. Untuk responden dengan jenis kelamin pria usia sekolah menengah umum (16-17 tahun) dimensi tubuhnya lebih besar dari usia sekolah dasar (11-13 tahun) dan usia responden sekolah dasar lebih besar dimensi tubuhnya dari usia responden sekolah menengah pertama. Untuk responden jenis kelamin wanita, semakin dewasa usia responden dimensi tubuhnya cenderung semakin besar.

Antara responden pria dan wanita, responden pria mempunyai kecenderungan dimensi tubuhnya lebih besar dari responden wanita.

Perbedaan dimensi tubuh menurut jenis kelamin pria dari usia sekolah menengah pertama dengan usia sekolah menengah umum sebesar 145,981%. Perbedaan dimensi tubuh menurut jenis kelamin pria dari usia sekolah dasar dengan usia

sekolah menengah pertama sebesar 95,222%. Perbedaan dimensi tubuh menurut jenis kelamin pria dari usia sekolah dasar dengan usia sekolah menengah umum sebesar 139,006%. Untuk responden jenis kelamin wanita perbedaan dimensi tubuh terbesar terjadi antara usia sekolah dasar dan usia sekolah menengah umum sebesar 144,422%, antara usia sekolah dasar dan sekolah menengah pertama terjadi perbedaan dimensi tubuh sebesar 115,114%, sedangkan perbedaan dimensi tubuh antara usia sekolah menengah pertama dan sekolah menengah umum sebesar 125,460%.

Dimensi tubuh semakin besar membutuhkan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata naik dan turun semakin singkat. Penurunan waktu tempuh berjalan kaki rata-rata total naik dan turun yang paling besar adalah antara dimensi tubuh responden usia sekolah dasar dan dimensi tubuh responden usia sekolah menengah umum yaitu sebesar 7,52%. Penurunan waktu tempuh berjalan kaki antara dimensi tubuh responden usia sekolah dasar dan dimensi tubuh responden sekolah menengah pertama adalah sebesar 2,8%. Antara dimensi tubuh responden usia sekolah menengah pertama dan dimensi tubuh responden usia sekolah menengah umum terjadi penurunan waktu tempuh berjalan kaki sebesar 4,8%.

Semakin besar dimensi tubuh dan usia responden mempunyai kecepatan berjalan kaki cenderung semakin tinggi. Perubahan kecepatan berjalan kaki tersebut dapat dilihat pada diagram 6.26 yang menggambarkan perubahan kecepatan berjalan kaki semua responden terhadap kecepatan berjalan kaki responden usia sekolah dasar. Antara kecepatan berjalan kaki responden usia sekolah dasar dan usia sekolah menengah pertama terjadi perubahan kenaikan kecepatan berjalan kaki sebesar 1,427%. Pada responden antara usia sekolah dasar dan sekolah menengah

umum terjadi perubahan kecepatan berjalan kaki sebesar 3,972%.

Responden pria yang dimensi tubuhnya lebih besar dibandingkan responden wanita, mempunyai kecepatan berjalan kaki rata-rata naik dan turun yang lebih tinggi pula dibandingkan responden wanita. Kecepatan berjalan kaki rata-rata total naik dan turun responden pria dan wanita mempunyai kecenderungan semakin bertambah usianya semakin tinggi, kecuali pada kecepatan berjalan kaki rata-rata total naik dan turun responden wanita usia sekolah menengah pertama terjadi penurunan.

Responden usia sekolah dasar hingga usia sekolah menengah umum yang dimensi tubuhnya semakin besar mempunyai kecepatan berjalan kaki naik cenderung lebih cepat dibanding kecepatan berjalan kaki turun. Kecepatan berjalan kaki responden pria dari usia sekolah dasar hingga sekolah menengah umum cenderung lebih besar dibandingkan dengan kecepatan berjalan kaki responden wanita. Kecepatan berjalan kaki tertinggi adalah kecepatan berjalan kaki naik responden pria usia sekolah menengah umum, yaitu 124,584 cm/detik. Kecepatan berjalan kaki terendah adalah kecepatan berjalan kaki turun responden wanita usia sekolah menengah pertama, yaitu 105,932 cm/detik.

5. Analisis Pengaruh Dimensi Tubuh Terhadap Kecepatan Berjalan Kaki Pada Alinemen Miring.

Dalam berjalan kaki pada alinemen miring naik dan turun terdapat perbedaan kecepatan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan letak dan arah pusat berat badan pada saat berjalan kaki naik dan turun. Letak pusat berat badan terletak antara kaki dan kepala.

Pada saat berjalan naik, orang akan membungkukkan badan ke depan agar

tidak jatuh ke belakang (terlentang). Dengan membungkukkan badan ke depan maka letak pusat berat badan akan bergeser dari kaki ke arah kepala. Semakin besar dimensi tubuh orang berjalan kaki naik, semakin besar bagian dimensi tubuh yang harus dibungkukkan ke depan. Dengan demikian pusat berat badan akan semakin mendekati kepala dan pusat berat badan tersebut akan memberi gaya dorong ke depan pada tubuh sehingga orang akan berjalan kaki naik lebih cepat.

Sebaliknya saat berjalan turun orang akan membungkukkan badan ke belakang, maka letak pusat berat badan akan bergeser dari kaki ke arah kepala namun letak pusat berat badan terletak di belakang langkah kaki. Dengan demikian pusat berat badan ini akan memberikan gaya tarik ke belakang pada tubuh sehingga orang akan berjalan kaki turun lebih lambat.

Dari dua pernyataan tersebut dapat dipahami mengapa kecepatan berjalan kaki pada alinemen miring dipengaruhi oleh dimensi tubuh seseorang.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Semakin besar sudut kemiringan alinemen , pengaruh dimensi tubuh pada kecepatan berjalan kaki semakin besar.

Diantara sudut kemiringan alinemen datar lurus, datar belok, 2° , 7° , 12° , dan 17° serta penggolongan dimensi tubuh responden siswa sekolah dasar (97433,018 cm³), sekolah menengah pertama (101622,15 cm³) dan siswa sekolah menengah umum (137846,225 cm³) rata-rata terbesar penurunan kecepatan berjalan kaki pada kemiringan alinemen yang diteliti terhadap kecepatan berjalan kaki pada alinemen datar lurus dialami oleh siswa sekolah dasar yaitu sebesar -8,863% dengan penurunan kecepatan berjalan kaki terbesar pada alinemen miring 17° sebesar -34,091%. Rata-rata terkecil penurunan kecepatan berjalan kaki pada alinemen yang diteliti terhadap kecepatan berjalan kaki pada alinemen datar lurus dialami oleh responden siswa sekolah menengah umum (137846,225 cm³) yaitu sebesar -10,044% dengan penurunan berjalan kaki terbesar pada alinemen miring 17° yaitu sebesar -33,331%.

2. Dimensi tubuh dan kecepatan berjalan kaki responden pria lebih besar dan lebih cepat dibandingkan dengan dimensi tubuh dan kecepatan berjalan kaki responden wanita.

Dengan menggolongkan dimensi tubuh dan jenis kelamin, responden pria ($118029,629 \text{ cm}^3$) mempunyai rata-rata kecepatan berjalan kaki sebesar $121,832 \text{ cm/detik}$. Sedangkan rata-rata kecepatan berjalan kaki responden wanita ($106571,3 \text{ cm}^3$) sebesar $112,811 \text{ cm/detik}$.

Pada penggolongan usia yang sama, rata-rata kecepatan berjalan kaki responden pria sekolah dasar ($105942,387 \text{ cm}^3$) sebesar $117,484 \text{ cm/detik}$ dan responden wanita sekolah dasar sebesar ($88923,65 \text{ cm}^3$) sebesar $113,749 \text{ cm/detik}$. Rata-rata kecepatan berjalan kaki responden pria sekolah menengah pertama ($100880,2 \text{ cm}^3$) sebesar $123,414 \text{ cm/detik}$ dan responden wanita ($102364,1 \text{ cm}^3$) sekolah menengah pertama sebesar $11,078 \text{ cm/detik}$. Rata-rata kecepatan berjalan kaki responden pria sekolah menengah umum ($147266,3 \text{ cm}^3$) sebesar $124,527 \text{ cm/detik}$ dan responden wanita sekolah menengah umum ($128426,15 \text{ cm}^3$) sebesar $115,813 \text{ cm/detik}$.

3. Pada usia antara 11 tahun hingga 17 tahun, semakin bertambah usia dimensi tubuh responden cenderung semakin besar dan kecepatan berjalan kakinya semakin besar pula.

Responden usia sekolah dasar mempunyai dimensi tubuh sebesar $97433,018 \text{ cm}^3$ dan kecepatan berjalan kaki sebesar $113,122 \text{ cm/detik}$. Responden usia sekolah menengah pertama mempunyai dimensi tubuh sebesar $101622,15 \text{ cm}^3$ dan kecepatan berjalan kaki sebesar $114,737 \text{ cm/detik}$. Sedangkan responden usia sekolah menengah umum mempunyai dimensi tubuh sebesar $137846,225 \text{ cm}^3$ serta kecepatan berjalan kaki sebesar $117,61 \text{ cm/detik}$. Perubahan kecepatan berjalan kaki responden usia sekolah menengah pertama dan usia sekolah

menengah umum terhadap kecepatan berjalan kaki responden usia sekolah dasar adalah sebesar 1,427% dan 3,972%.

B. Saran

Penelitian mengenai pejalan kaki perlu dikembangkan mengingat keterbatasan alat, waktu dan ilmu yang pernah didapat peneliti. Panjang alinemen, variasi kemiringan alinemen, variasi waktu survai, variasi usia dan kekasaran alinemen adalah faktor-faktor yang berpengaruh dan bisa dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Agah, Heddy R. dan Widjajanti, Endang, 1986, *Efisiensi Pemanfaatan Fasilitas Prasarana Pejalan Kaki Daerah Urban*, Universitas Indonesia, Jakarta.

Anonim, 1990, *Himpunan Istilah Perhubungan Bidang Transportasi*, Departemen Perhubungan, Republik Indonesia.

Anonim, 1992, *Petunjuk Perencanaan Trotoar*, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia.

Anonim, 1992, *Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan*, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia.

Fruin, John J., 1970, *Designing for Pedestrians-a Level-of-Service Concept*, Dissertation, Polytechnic Institute of Brooklyn, U.S.A.

Fruin, John J., 1971, *Pedestrian Planning and Design*, Polytechnic Institute of Brooklyn, U.S.A.

Older, 1964, diambil dari tulisan Agah, Heddy R. dan Widjajanti, Endang (1986), *Efisiensi Pemanfaatan Fasilitas Prasarana Pejalan Kaki Daerah Urban*, Universitas Indonesia, Jakarta.

Pranoto Dirhan P.,F.X.; Suhartono, Felix; Suryadharma, Hendra; Basuki, Imam; Ansusanto, Dwijoko; 1995, *"Pengaruh Alinemen Terhadap Kecepatan Berjalan Kaki"*, Fak. Teknik Univ. Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Vordphol, 1985, diambil dari tulisan Agah, Heddy R. dan Widjajanti, Endang (1986), *Efisiensi Pemanfaatan Fasilitas Prasarana Pejalan Kaki Daerah Urban*, Universitas Indonesia, Jakarta.

PASIR PANTAI PARANGTRITIS SEBAGAI BAHAN SUSUN PADA PERKERASAN JALAN

**oleh:
Yohannes Lulie**

**Seminar Hasil Penelitian
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**

PASIR PANTAI PARANGTRITIS SEBAGAI BAHAN SUSUN PADA PERKERASAN JALAN

oleh:
Yohannes Lulie

**Seminar Hasil Penelitian
Sabtu, 8 Februari 1997**

**Fakultas Teknik
Universitas Atma Jaya Yogyakarta**



PASIR PANTAI PARANGTRITIS SEBAGAI BAHAN SUSUN PADA PERKERASAN JALAN

Yohannes Lulie

INTISARI

Hasil pemeriksaan kualitas pasir pantai Parangtritis memenuhi spesifikasi yang dikeluarkan Bina Marga. Pemeriksaan kualitas campuran beton aspal dengan Metode Marshall, baik campuran dengan pasir pantai tidak dicuci maupun yang dicuci, juga menunjukkan hasil yang memadai. Hal ini dapat dilihat pada nilai *density*, *stabilitas*, *flow*, *VITM* dan *VFWA* yang memenuhi spesifikasi dalam Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya SKBI - 2.4.26. 1987. Kadar aspal optimum campuran dengan pasir pantai tidak dicuci (5,34%) lebih kecil dibanding campuran pasir pantai dicuci (5,4%). Dari hasil ekstraksi kedua jenis campuran tersebut dengan kadar aspal 5% didapatkan kadar aspal yang mendekati kadar aspal semula.

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar Belakang

Dalam pembuatan badan jalan bahan yang paling banyak digunakan adalah agregat yaitu sekitar 90% dari campuran, karena bahan batuan yang bersifat lepas inilah sebenarnya yang mendukung beban sedangkan aspal hanya berfungsi untuk mengikat batuan tersebut agar menjadi satu dalam mendukung beban. Sehingga dalam pembuatan jalan pemakaian agregat sangat banyak dibutuhkan.

A.2 Permasalahan

Negara Kepulauan Indonesia sebagian besar terdiri dari daerah pesisir yang mempunyai banyak persediaan pasir pantai yang belum dimanfaatkan secara maksimal untuk pembangunan fisik, khususnya untuk pembangunan jalan. Sehingga mempunyai potensi besar untuk digunakan sebagai salah satu bahan pengganti agregat halus atau sebagai agregat pengisi.

A.3 Batasan Masalah

Pasir akan dibedakan menjadi dua macam, yaitu pasir yang tidak dicuci dan pasir yang telah dicuci. Maksud diadakannya perbedaan ini adalah untuk mengetahui apakah pasir yang dicuci lebih baik hasilnya daripada pasir yang tidak dicuci dan apakah kadar garam yang terkandung di dalam pasir itu berpengaruh atau

tidak dalam pembuatan lapis keras. Berikut ini hasil pemeriksaan kadar garam untuk setiap 100 gram pasir pantai pada dua tempat pengambilan.

Tabel A.1 Hasil pemeriksaan kadar garam

tempat pengambilan	kadar garam (%)
titik 1	0,0168%
titik 2	0,0129%

Pengujian campuran beton aspal pada penelitian ini menggunakan metode *Marshall* (PC-0201-76 MPBJ), dengan beban rencana untuk lalu lintas sedang, bergradasi rapat dan menggunakan persentase sesuai dengan spesifikasi dari buku *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya SKBI - 2.4.26. 1987* yang dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum. Untuk lebih jelas, berikut ini tabel pembagian gradasi yang akan digunakan dalam penelitian.

Tabel A.2 Gradasi agregat

saringan	ideal spec.	% lolos	% tertahan	% berat	berat (gram)	jenis agregat
3/4"	100	100	0	0	0	
1/2"	80 - 100	90	10	10	120	kasar
3/8"	70 - 90	80	20	10	120	kasar
no. 4	50 - 70	60	40	20	240	kasar
no. 8	35 - 50	42,5	57,5	17,5	210	sedang
no. 30	18 - 29	23,5	76,5	19	228	sedang
no. 50	13 - 23	18	82	5,5	66	halus
no. 100	8 - 16	12	88	6	72	halus
no. 200	4 - 10	7	93	5	60	halus
pan			100	7	84	halus
				100	1200	

Penggantian dengan pasir pantai adalah agregat yang tertahan saringan no. 50, no.100 dan no. 200. Sedangkan untuk yang lain tetap menggunakan agregat batu pecah dari Perwita Karya.

A.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Melihat permasalahan di atas maka alangkah baiknya apabila kita mempunyai bahan pengganti salah satu bahan susun sehingga dapat memanfaatkan potensi yang dimiliki oleh negara kita. Penelitian laboratorium ini menitik beratkan pada kemampuan pasir pantai Parangtritis sebagai pengganti pasir sungai.

Beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian tentang pasir pantai ini adalah sebagai berikut:

- mencari alternatif pengganti bahan susun perkerasan jalan,
- mengembangkan ilmu pengetahuan dan praktisi.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Pasir pantai

Beberapa teori dan penelitian menyebutkan bahwa pasir pantai tidak tertutup kemungkinannya sebagai bahan penyusun pembuatan beton.

Menurut CHARLES A. HERUBIN, P.E (1931), agregat yang mengandung garam dapat dipakai sebagai bahan bangunan, apabila kandungan garamnya berkisar 2% dari berat agregat.

Dari penelitian *Pasir Laut Kering Sebagai Bahan Bangunan* oleh IR. IGN. BENNY PUSPANTORO (1993), disimpulkan bahwa pasir laut kering Parangtritis dan pasir laut kering Cilacap dapat digunakan sebagai bahan agregat halus pembentuk beton.

B.2 Beton Aspal

WIRAWAN PRASODHO (1996) meneliti tentang *Penggunaan Material Batuan Lokal Dari Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Bahan Agregat Pada Lapis Beton Aspal*. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah campuran beton aspal dengan bahan agregat batu putih asal Gunungkidul DIY dapat memenuhi persyaratan.

Melihat kenyataan bahwa salah satu agregat penyusun beton aspal dapat diganti dan beberapa teori yang mendukung pasir pantai dapat digunakan dalam konstruksi, maka semakin kuatlah dugaan bila pasir pantai dapat digunakan sebagai bahan pengisi pembuatan beton aspal.

C. CARA PENELITIAN

C.1 Bahan Penelitian

Sampel pasir yang akan diteliti adalah pasir pantai yang terletak ± 300 m dari batas pasang air laut, sehingga diharapkan kadar garam yang terkandung di dalamnya tidak begitu besar. Tempat pengambilan pasir ada dua tempat yang jarak antara keduanya lebih dari 1 km. Sedangkan cara pengambilan sampel

adalah di permukaan sebatas pasir tersebut masih dalam keadaan kering, karena dikhawatirkan apabila pengambilan pasir ini terlalu dalam akan tercampur dengan tanah asli sehingga akan merubah susunan pasir itu sendiri.

Seperti telah dijelaskan di atas, bahwa penelitian tentang pasir pantai ini dibedakan menjadi dua yaitu pasir pantai yang dicuci dan yang tidak dicuci. Sedangkan untuk masing-masing bagian mempunyai kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%. Untuk tiap kadar aspal akan dibuat 6 buah sampel sehingga jumlah total sampel yang akan dibuat untuk penelitian ini adalah 48 buah.

C.2 Alat-alat Kerja

Secara garis besar alat-alat utama dan yang sering digunakan dalam penelitian ini, antara lain adalah oven, kompor listrik, timbangan, saringan agregat lengkap 1 set, gelas ukur, mesin abrasi *Los Angeles*, *compactor*, termometer, mesin penguji *Marshall*, *extractor*, kertas saring, alat pemeriksa *sand equivalent*, alat penetrasi, panci penggoreng.

Disamping alat-alat utama di atas digunakan juga alat-alat pendukung seperti spatula, sendok, corong, kantong plastik, bak perendam, cawan dan lain-lain.

C.3 Pelaksanaan Penelitian

Pemeriksaan material batuan maupun aspal adalah untuk mengetahui kualitas dari batuan maupun aspal, sedangkan pemeriksaan campuran aspal adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal sehingga setelah diadakan perbandingan dengan spesifikasi yang digunakan oleh Bina Marga akan diketahui kadar aspal optimal.

C.3.1 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Maksud pengujian adalah untuk mengetahui berat jenis agregat dan kemampuan agregat menyerap air.

Penghitungan:

$$\text{berat jenis} = \frac{\text{berat kering}}{\text{berat jenuh} - \text{berat dalam air}}$$

$$\text{penyerapan} = \frac{\text{berat jenuh} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

C.3.2 Sand Equivalent

Maksud pengujian adalah untuk mengetahui tingkat kebersihan agregat halus atau pasir dari lumpur atau kotoran.

Penghitungan:

$$\text{Nilai SE} = \frac{\text{skala pasir}}{\text{skala lumpur}} \times 100\%$$

C.3.3 Soundness Test

Maksud pegujian adalah untuk mengetahui keausan/ pelapukan agregat akibat pengaruh iklim/cuaca.

Penghitungan:

$$\text{Nilai soundness} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

C.3.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Maksud pengujian adalah untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam pasir pantai.

Penghitungan:

$$\text{kadar air} = \frac{\text{berat sebelum kering} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

C.3.5 Hot Mix (Pencampuran Panas)

Maksud pengujian ini adalah untuk mengadakan pencampuran secara panas antara batuan dan aspal pada suhu tertentu (160°C) supaya lekatan antara aspal dengan batuan dapat sempurna. Pemanasan batuan dimaksudkan agar air dalam pori menguap, sedangkan pemanasan aspal adalah untuk mengurangi kekentalannya sehingga dapat dengan mudah membasahi permukaan batuan.

C.3.6 Marshall Test

Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan ketahanan (*stabilitas*) dan kelelehan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Ketahanan adalah kemampuan aspal untuk menerima beban sampai

terjadi kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kg atau *pound*. Kelelahan plastis adalah perubahan bentuk suatu beton aspal sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inci.

D. ANALISIS DATA

D.1 Pemeriksaan Pasir Pantai

Dari pemeriksaan pasir pantai Parangtritis diperoleh kualitas yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel D.1 Kualitas pasir pantai

Jenis pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	
		min	max
Berat jenis	2,88	2,3	-
Penyerapan	0,71%	-	5%
<i>Sand equivalent</i>	97,645%	25%	-
<i>Soundness test</i>	0,253%	-	10%
Kadar air	0,11%	-	2%

D.1.1 Berat Jenis

Berat jenis hasil pemeriksaan agregat kasar, agregat halus dan pasir pantai berturut-turut adalah 2,53 gr/cc; 2,542 gr/cc; 2,88 gr/cc sehingga masih memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu minimal 2,3 gr/cc.

Nilai penyerapan agregat hasil pemeriksaan yaitu 2,03%; 2,041%; dan 0,71% juga masih memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu maksimal 5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa agregat yang

diuji porositasnya tidak begitu besar sehingga pemakaian aspal tidak boros.

D.1.2 *Sand Equivalent*

Nilai *sand equivalent* pasir pantai adalah 97,645% yang masih berada di atas batas minimal 25%. Hal ini menunjukkan pasir pantai yang diuji dalam keadaan bersih dan bebas dari kandungan debu atau lumpur yang mengganggu.

Debu atau lumpur atau kotoran lainnya bersifat mengganggu lekatan aspal dengan agregat sehingga apabila kadar debu atau lumpur cukup besar maka aspal dan agregat tidak akan terikat kuat, disamping itu debu dan kotoran ini akan menambah luas permukaan yang harus diselimuti oleh aspal sehingga dengan kadar aspal yang sama tapi berbeda luas permukaan yang harus diselimuti bertambah akan menghasilkan lekatan aspal dengan agregat maupun agregat dengan agregat kurang kuat.

D.1.3 *Soundness Test*

Nilai *soundness* pasir pantai yang diuji 0,253% ternyata memenuhi persyaratan yaitu maksimal 10%, sehingga dapat disimpulkan pasir pantai Parangtritis tahan terhadap pengaruh kimiawi yang bila di lapangan berupa pengaruh cuaca.

D.1.4 Kadar Air Agregat

Nilai kadar air pasir pantai 0,11% berada di bawah batas maksimal persyaratan yaitu sebesar 2%, hal ini berarti kadar air

pasir pantai tidak akan mengganggu proses pencampuran aspal dengan agregat. Sehingga dengan kadar air yang kecil proses pengeringan atau pemanasan agregat sebelum diadakan pencampuran tidak akan memakan waktu yang lama, karena pembuatan beton aspal dengan aspal keras adalah dengan cara panas.

D.2 Pemeriksaan Campuran Beton Aspal

Data hasil pemeriksaan pencampuran panas dan pemeriksaan campuran dengan Metode Marshall dapat dilakukan analisis yang menghasilkan karakteristik beton aspal yang terdiri dari *density* (kepadatan), stabilitas, *flow* (kelelehan plastis), VITM (*void in the mix*), VFWA (*void filled with asphalt*), yang mana dari karakteristik-karakteristik ini dapat ditarik kadar aspal optimum yang menghasilkan campuran beton aspal yang baik.

Dalam menghitung dan membuat tabel Marshall, kita harus mengetahui data pendukung lain yang tidak tercantum dalam tabel, antara lain yaitu persentase agregat dan berat jenis agregat.

$$\% \text{ agregat} = \frac{1200}{(\% \text{ aspal thd batuan} \times 1200) + 1200} \times 100\%$$

misal: % aspal thd batuan = 6% maka,

$$\% \text{ agregat} = \frac{1200}{(6\% \times 1200) + 1200} \times 100\% = 94,34\%$$

Berat jenis agregat dapat dilihat di bawah ini, dan persentase masing-masing agregat dihitung berdasarkan Tabel A.2 :

- bj batu pecah lolos 3/4" tertahan no.4 sebesar 2,53 gr/cc,
- bj batu pecah lolos no.4 tertahan no.30 dan lolos no.200 tertahan pan sebesar 2,54 gr/cc,
- bj pasir pantai lolos no.30 tertahan no.200 sebesar 2,88 gr/cc.

$$\begin{aligned} \text{BJ agregat} &= (2,53 \times 40\%) + (2,54 \times 43,5\%) + (2,88 \times 16,5\%) \\ &= 2,6 \text{ gr/cc.} \end{aligned}$$

Berikut ini ditampilkan tabel-tabel Penghitungan Marshall dan karakteristik beton aspal.

Tabel D.2 MARSHALL TEST (tidak dicuci)

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
A	5	4,76	1246,9	1268,1	721	547,1	2,28	2,427	10,43	83,49	6,08	16,51	63,16	6,08	83	1430	410	69,5	0,85	1215,5
B	5	4,76	1245,7	1264,5	726,9	537,6	2,32	2,427	10,61	84,88	4,52	15,12	70,14	4,52	88	1516	400	68,2	0,86	1303,8
C	5	4,76	1242,5	1263,2	722,7	540,5	2,3	2,427	10,52	84,21	5,27	15,79	66,62	5,27	82	1413	405	69	0,85	1201,1
D	5	4,76	1247,4	1266,5	726,4	540,1	2,31	2,427	10,57	84,6	4,83	15,4	68,65	4,83	93	1602	440	68,4	0,86	1377,7
E	5	4,76	1246,5	1267,9	724,1	543,8	2,29	2,427	10,49	83,97	5,54	16,03	65,43	5,54	82	1413	460	69,1	0,85	1201,1
F	5	4,76	1246,6	1265	726,5	538,5	2,31	2,427	10,6	84,8	4,61	15,2	69,7	4,61	86	1481	395	69,2	0,85	1258,9
RATA-RATA																				
A	5,5	5,21	1249	1266,6	731,4	535,2	2,33	2,412	11,69	85,08	3,23	14,92	78,37	3,23	84	1447	410	69	0,85	1230
B	5,5	5,21	1255,9	1271,5	734,8	536,7	2,34	2,412	11,72	85,31	2,96	14,69	79,81	2,96	90	1550	395	69,8	0,85	1317,5
C	5,5	5,21	1254,1	1272,6	731,7	540,9	2,32	2,412	11,62	84,53	3,86	15,47	75,07	3,86	83	1430	450	69,5	0,85	1215,5
D	5,5	5,21	1245,8	1261,2	724,1	537,1	2,32	2,412	11,62	84,56	3,82	15,44	75,27	3,82	77	1327	360	69,2	0,85	1128
E	5,5	5,21	1250	1270	732	538	2,32	2,412	11,64	84,71	3,65	15,29	76,11	3,65	92	1584	480	69,4	0,85	1346,4
F	5,5	5,21	1249,7	1266	730,4	535,6	2,33	2,412	11,69	85,07	3,25	14,93	78,27	3,25	94	1619	540	69	0,85	1376,2
RATA-RATA																				
A	6	5,66	1248,1	1259,4	737,4	522	2,39	2,397	13,01	86,76	0,23	13,24	98,26	0,23	96	1653	460	67,5	0,87	1438,1
B	6	5,66	1263	1277,3	738,1	539,2	2,34	2,397	12,75	84,99	2,26	15,01	84,94	2,26	79	1361	440	70	0,84	1143,2
C	6	5,66	1244	1260,3	730,1	530,2	2,35	2,397	12,77	85,13	2,1	14,87	85,9	2,1	82	1413	440	69,5	0,85	1201,1
D	6	5,66	1262,7	1273,5	739,2	534,3	2,36	2,397	12,86	85,75	1,39	14,25	90,26	1,39	83	1430	450	68,7	0,86	1229,8
E	6	5,66	1260,4	1270,3	740,4	529,9	2,38	2,397	12,94	86,31	0,75	13,69	94,52	0,75	88	1516	445	69,3	0,85	1288,6
F	6	5,66	1263,6	1273,5	740,8	532,7	2,37	2,397	12,91	86,07	1,02	13,93	92,67	1,02	94	1619	430	69,3	0,85	1376,2
RATA-RATA																				
A	6,5	6,1	1267,6	1274	739,7	534,3	2,37	2,382	13,92	85,68	0,4	14,32	97,19	0,4	94	1619	450	68,3	0,86	1392,3
B	6,5	6,1	1257,5	1267,1	731,9	535,2	2,35	2,382	13,78	84,86	1,36	15,14	91	1,36	85	1464	455	69,3	0,85	1244,4
C	6,5	6,1	1270	1279,3	740,2	539,1	2,36	2,382	13,82	85,08	1,1	14,92	92,61	1,1	92	1584	500	69,2	0,85	1346,4
D	6,5	6,1	1267	1274,2	735	539,2	2,35	2,382	13,78	84,86	1,35	15,14	91,05	1,35	96	1653	505	68,5	0,86	1421,6
E	6,5	6,1	1270,5	1281,2	747,2	534	2,38	2,382	13,96	85,93	0,12	14,07	99,16	0,12	87	1499	430	69,2	0,85	1274,2
F	6,5	6,1	1267,3	1272,5	735	537,5	2,36	2,382	13,83	85,15	1,02	14,85	93,14	1,02	99	1705	420	67,8	0,87	1483,4
RATA-RATA																				
							2,36						94,02	0,89			460		0,86	1360,4

Tabel D.3 MARSHALL TEST (dicuci)

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
A	5	4,76	1254,1	1279,6	740,6	539	2,33	2,427	10,65	85,23	4,12	14,77	72,1	4,12	85	1464	500	69	0,86	1259
B	5	4,76	1243,6	1270,7	733,6	537,1	2,32	2,427	10,6	84,81	4,59	15,19	69,79	4,59	106	1825	455	69,2	0,86	1569,5
C	5	4,76	1247,1	1268,2	737,3	530,9	2,35	2,427	10,75	86,05	3,2	13,95	77,05	3,2	101	1739	420	68,4	0,87	1512,9
D	5	4,76	1249	1267,5	733,9	533,6	2,34	2,427	10,71	85,74	3,54	14,26	75,14	3,54	102	1756	500	67,9	0,87	1527,7
E	5	4,76	1251,7	1276,2	740	536,2	2,33	2,427	10,68	85,51	3,81	14,49	73,74	3,81	108	1859	460	69,4	0,85	1580,2
F	5	4,76	1251,8	1274,2	738,4	535,8	2,34	2,427	10,69	85,58	3,73	14,42	74,16	3,73	116	1997	465	69,4	0,85	1697,5
RATA-RATA																				
							2,33						73,66	3,83			466,67		0,86	1524,5
A	5,5	5,21	1256,6	1276,5	735,9	540,6	2,32	2,412	11,64	84,74	3,61	15,26	76,33	3,61	81	1395	440	69,8	0,85	1185,8
B	5,5	5,21	1255,8	1272,4	736,3	536,1	2,34	2,412	11,73	85,4	2,86	14,6	80,38	2,86	89	1533	540	69,1	0,86	1318,4
C	5,5	5,21	1252,4	1269,8	736,3	533,5	2,35	2,412	11,76	85,59	2,65	14,41	81,58	2,65	99	1705	400	69	0,86	1466,3
D	5,5	5,21	1250	1271,4	737	534,4	2,34	2,412	11,72	85,28	3	14,72	79,59	3	104	1791	380	69,6	0,85	1522,4
E	5,5	5,21	1245,8	1268	737,1	530,9	2,35	2,412	11,76	85,55	2,69	14,45	81,36	2,69	104	1791	440	68,8	0,86	1540,3
F	5,5	5,21	1242,7	1266,5	737,1	529,4	2,35	2,412	11,76	85,58	2,66	14,42	81,55	2,66	98	1688	420	69,3	0,85	1434,8
RATA-RATA							2,34						80,13	2,91			436,67		0,86	1411,3
A	6	5,66	1262,2	1273,8	737,1	536,7	2,35	2,397	12,8	85,33	1,87	14,67	87,27	1,87	102	1756	455	68,9	0,86	1510,2
B	6	5,66	1255	1266,3	731,2	535,1	2,35	2,397	12,76	85,1	2,14	14,9	85,67	2,14	102	1756	420	68,8	0,86	1510,2
C	6	5,66	1262,9	1274	737,7	536,3	2,35	2,397	12,82	85,44	1,74	14,56	88,05	1,74	103	1773	420	68,7	0,86	1524,8
D	6	5,66	1253,6	1268,4	738,3	530,1	2,36	2,397	12,87	85,81	1,32	14,19	90,68	1,32	112	1928	405	67,7	0,87	1677,4
E	6	5,66	1255,4	1271,8	738,2	533,6	2,35	2,397	12,8	85,37	1,83	14,63	87,5	1,83	98	1688	470	68,8	0,86	1451,7
F	6	5,66	1247,5	1266,4	735,7	530,7	2,35	2,397	12,79	85,29	1,91	14,71	86,99	1,91	96	1653	440	68,6	0,86	1421,6
RATA-RATA							2,35						87,69	1,8			435		0,86	1516
A	6,5	6,1	1254,9	1273	741,8	531,2	2,36	2,382	13,86	85,32	0,83	14,68	94,38	0,83	100	1722	400	69	0,86	1480,9
B	6,5	6,1	1268,5	1274,2	737,9	536,3	2,37	2,382	13,87	85,42	0,7	14,58	95,17	0,7	98	1688	410	68	0,87	1468,6
C	6,5	6,1	1260,7	1272,1	737,4	534,7	2,36	2,382	13,83	85,15	1,02	14,85	93,14	1,02	104	1791	420	68,5	0,86	1540,3
D	6,5	6,1	1269,8	1274,7	738,7	536	2,37	2,382	13,9	85,56	0,55	14,44	96,22	0,55	107	1842	400	68,4	0,87	1602,5
E	6,5	6,1	1271,8	1275	739,9	535,1	2,38	2,382	13,94	85,84	0,22	14,16	98,43	0,22	100	1722	500	68,1	0,87	1498,1
F	6,5	6,1	1268,4	1273,9	736	537,9	2,36	2,382	13,83	85,16	1,01	14,84	93,21	1,01	114	1962	460	68	0,87	1706,9
RATA-RATA							2,36						95,09	0,72			431,67		0,87	1549,6

Keterangan :

a = % aspal terhadap batuan

b = % aspal terhadap campuran

c = berat (gram)

d = berat dalam keadaan jenuh
(gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml) = d - e

g = berat isi benda uji = $\frac{c}{f}$

h = berat jenis maksimum

100

$$= \frac{\frac{\% \text{ Agregat}}{\text{BJ. Agregat}} + \frac{\% \text{ Aspal}}{\text{BJ. Aspal}}}{b \times g}$$

i = $\frac{b \times g}{\text{BJ. Aspal}}$

j = $\frac{(100 - b)g}{\text{BJ. Agregat}}$

BJ. Agregat

k = persen jumlah kandungan
rongga = 100 - i - j

l = persen rongga terhadap
agregat = 100 - j

m = persen rongga terisi aspal
= 100 x i/l

n = persen rongga terhadap
campuran = 100 - 100g/h

o = pembacaan arloji stabilitas

p = stabilitas (o x kalibrasi alat) (kg)

q = kelelahan (0,01 mm)

r = tinggi rata-rata benda uji
(mm)

s = koreksi benda uji

t = stabilitas = p x s (kg)

suhu pencampuran = 160°C

suhu pemadatan = 140°C

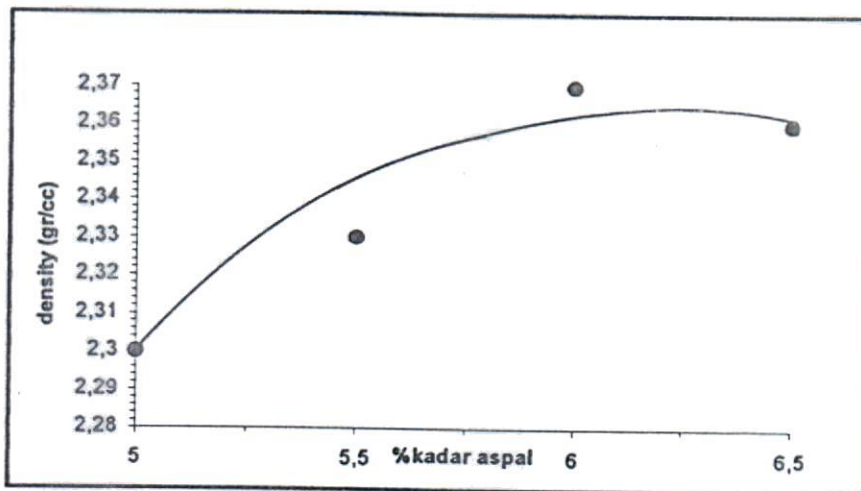
suhu percobaan = 60°C

BJ. Aspal = 1,04

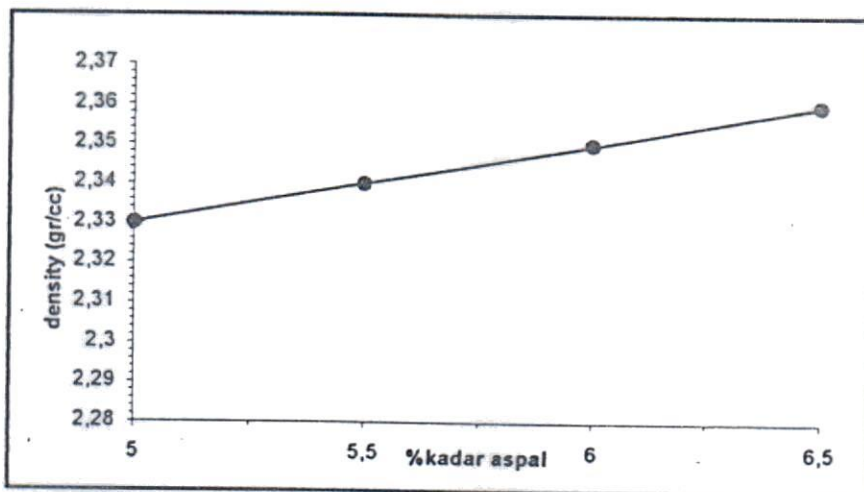
BJ. Agregat = 2,6

D.2.1 Density

Nilai kepadatan menunjukkan derajat kepadatan suatu lapis perkerasan yang dipadatkan. Lapis perkerasan dengan kepadatan yang tinggi akan mempunyai kemampuan menahan beban yang lebih tinggi dari pada lapis perkerasan dengan kepadatan rendah.



Gambar D.1 Grafik kepadatan (*density*) campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



Gambar D.2 Grafik kepadatan (*density*) campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

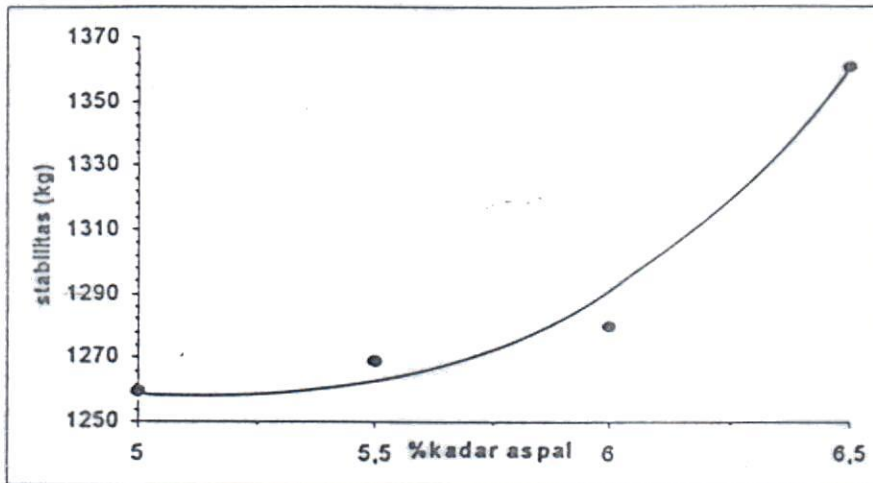
Beton aspal akan mempunyai kepadatan yang tinggi apabila porositas agregat rendah, bentuk agregat yang berbentuk tak beraturan, kadar aspal yang tepat, pemadatan dengan suhu tinggi sehingga aspal mempunyai viskositas rendah.

Nilai kepadatan terhadap variasi kadar aspal yang dipakai pada penelitian ini menunjukkan peningkatan yang sama terhadap kadar aspal yang dipakai. Peningkatan kepadatan didapat sesuai peningkatan jumlah kadar aspal baik pasir pantai tidak dicuci maupun pasir pantai dicuci, karena aspal yang mengisi rongga-rongga antar butiran agregat, berjumlah semakin banyak.

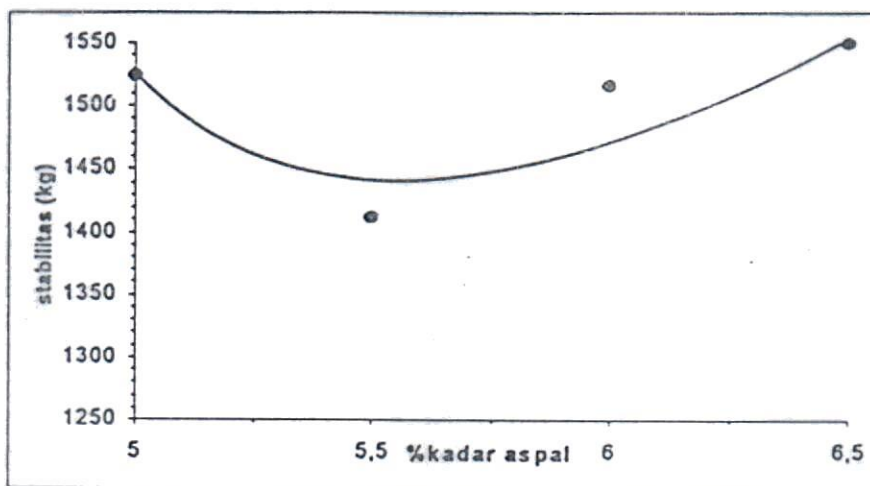
D.2.2 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Stabilitas lapis keras jalan dipengaruhi oleh volume lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut.

Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari aspal. Sehingga stabilitas tinggi didapatkan dengan menggunakan agregat bergradasi rapat, agregat yang mempunyai permukaan kasar dan berbentuk menyerupai kubus serta aspal berpenetrasi rendah dengan jumlah cukup.



Gambar D.3 Grafik stabilitas campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



Gambar D.4 Grafik stabilitas campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

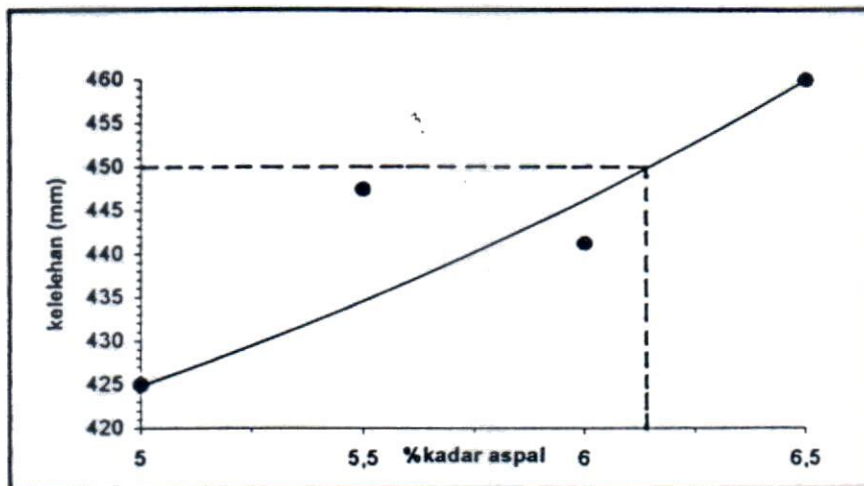
Stabilitas memegang peranan penting dalam perencanaan perkerasan karena berfungsi untuk mencegah kerusakan akibat beban kendaraan yang antara lain berupa jalan bergelombang dan keretakan jalan.

Nilai stabilitas cenderung naik sesuai kadar aspal dalam campuran, semakin tinggi kadar aspal dalam penelitian ini nilai stabilitasnya semakin tinggi.

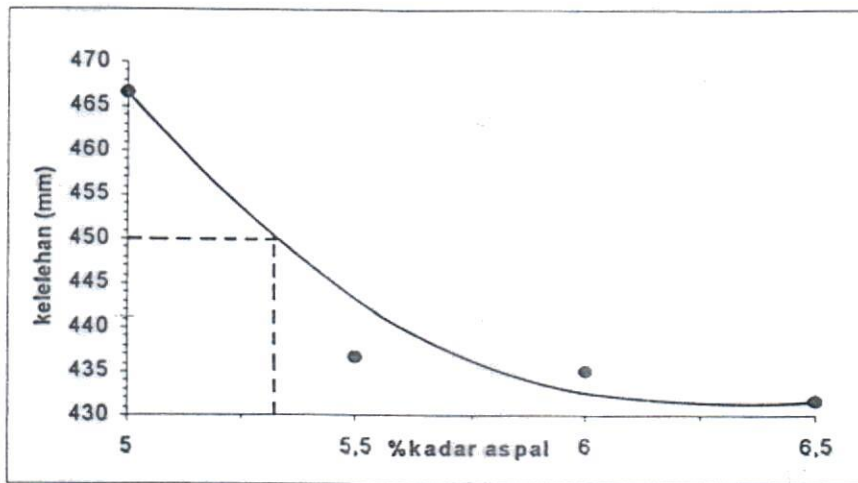
Sesuai persyaratan campuran yang dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum dalam *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya* SKBI-2.4.26 (1987) apabila dilakukan cara Marshall (PC-0201-76 MPBJ), campuran harus mempunyai stabilitas minimal 450 kg untuk beban lalu lintas sedang. Sedangkan pada penelitian ini nilai stabilitas semuanya diatas 450 kg.

D.2.3 Kelelehan (*flow*)

Kelelehan adalah kemampuan campuran beton aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadi kelelehan yang dapat berupa alur dan retak.



Gambar D.5 Grafik kelelehan (*flow*) campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



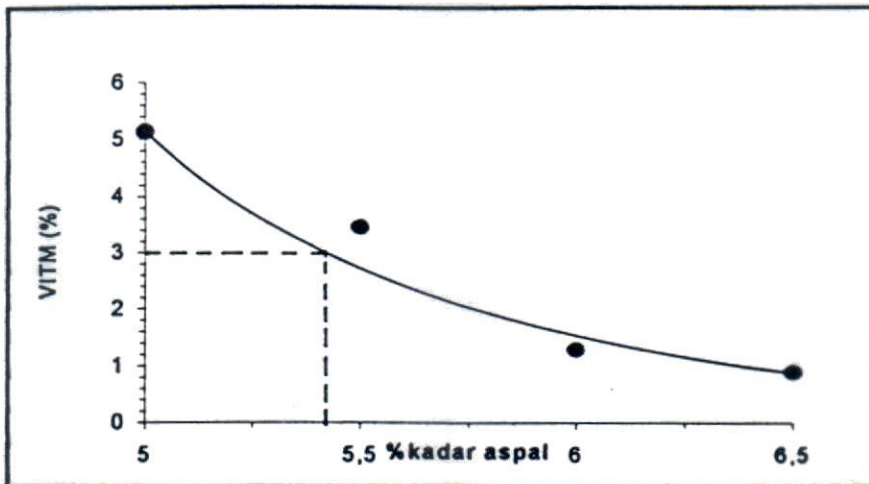
Gambar D.6 Grafik keelehan (*flow*) campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

Nilai keelehan campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci bertambah besar sesuai kenaikan kadar aspalnya, sedangkan untuk campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci nilai keelehannya semakin berkurang sesuai kenaikan kadar aspalnya. Persyaratan keelehan dalam SKBI-2.4.26 adalah sebesar 2,0 - 4,5 mm sehingga nilai keelehan dalam penelitian ini masuk dalam persyaratan.

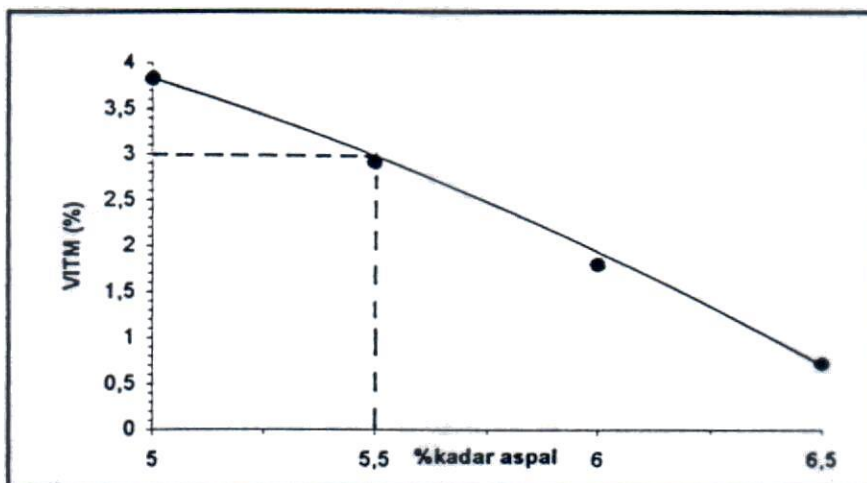
D.2.4 VITM (*void in the mix*)

Rongga dalam campuran adalah jumlah persen rongga dalam campuran beton aspal. VITM yang tinggi dengan kadar aspal yang rendah akan menyebabkan nilai *flow* yang tinggi. Lapis beton aspal apabila mempunyai VITM yang rendah dan mempunyai kadar aspal tinggi dan dalam keadaan suhu tinggi, maka akan terjadi *bleeding* karena viskositas aspal berkurang dan bergerak mencari rongga yang kosong. Karena jumlah rongga kecil maka aspal viskositas rendah

ini akan naik ke permukaan sehingga terjadi *bleeding*. Selain itu VITM juga berpengaruh pada sifat kekakuan campuran, semakin rendah VITM semakin kaku campurannya.



Gambar D.7 Grafik VITM campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



Gambar D.8 Grafik VITM campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

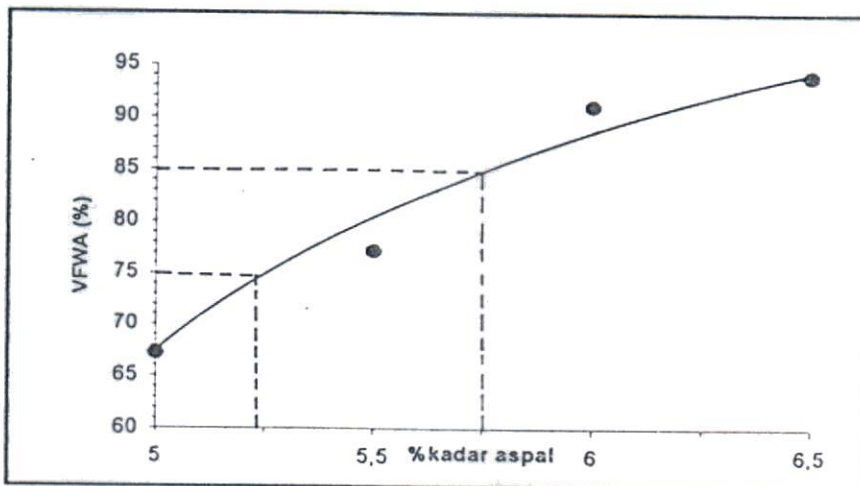
Nilai VITM atau persen rongga dalam campuran beton aspal dalam penelitian ini, seperti yang terlihat pada gambar di atas menunjukkan penurunan dengan bertambahnya aspal. VITM

menunjukkan banyaknya rongga dalam campuran yang berpengaruh pada kedap terhadap air. Semakin banyak rongga semakin kurang kedap air.

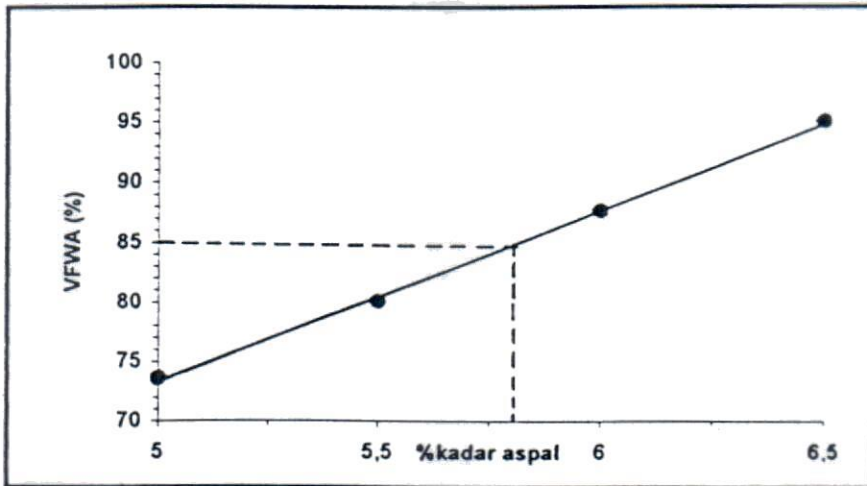
Persyaratan VITM dalam SKBI-2.4.26 (1987) adalah antara 3% - 5% sehingga nilai VITM pada penelitian ini masih masuk persyaratan.

D.2.5 VFWA (*void filled with asphalt*)

Rongga terisi aspal adalah jumlah persen rongga yang terisi oleh aspal. VFWA dengan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan yang sangat fleksibel. Campuran beton aspal yang mempunyai nilai VFWA yang tinggi memiliki kedap dan keawetan yang tinggi. Namun nilai VFWA yang terlalu tinggi bila berada di daerah tropis akan mudah terjadi *bleeding*. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu rendah akan menyebabkan campuran yang kedapannya kurang.



Gambar D.9 Grafik VFWA campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



Gambar D.10 Grafik VFWA campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

Nilai VFWA atau persen rongga yang terisi aspal pada penelitian ini memperlihatkan kenaikan nilai VFWA dengan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan rongga yang ada diisi oleh aspal yang ditambahkan. Pada penelitian ini nilai VFWA masih berada dalam persyaratan yang diwajibkan yaitu antara 75 - 85%.

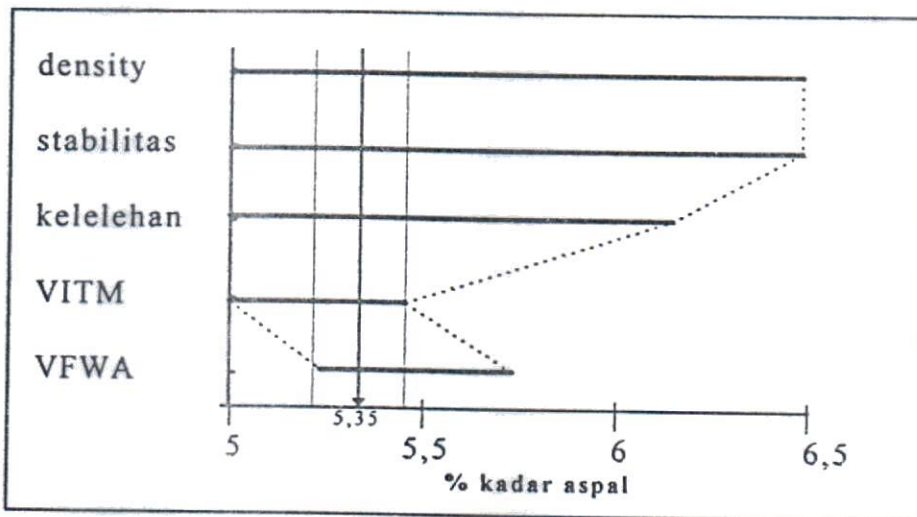
D.3 Kadar aspal optimum

Penentuan kadar aspal optimum adalah dengan menentukan karakteristik campuran aspal beton yang memenuhi persyaratan yang diwajibkan.

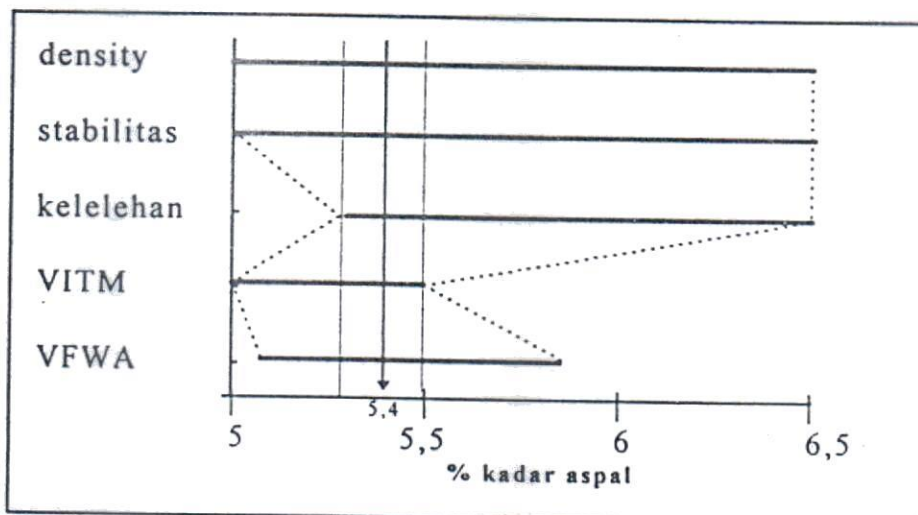
Cara penghitungan kadar aspal optimum:

1. menentukan *range* persyaratan yang dipenuhi oleh masing-masing karakteristik beton aspal,
2. dari kelima perbedaan *range* persyaratan di atas, menentukan titik minimal (kiri) yang berada paling kanan,

3. menentukan titik maksimal (kanan) yang berada paling kiri,
4. membuat garis lurus vertikal tepat di kedua titik tadi,
5. menentukan titik tengah (kadar aspal optimum) dari kedua titik yang telah ditentukan di atas.



Gambar D.11 Grafik penentuan kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci



Gambar D.12 Grafik penentuan kadar aspal optimum untuk campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci

Sehingga dari penghitungan didapat kadar aspal optimum sebesar 5,35% untuk beton aspal pasir tidak dicuci dan 5,4% untuk beton aspal pasir pantai dicuci.

D.4 Ekstraksi

Ekstraksi dimaksudkan untuk meneliti ulang kadar aspal dari campuran beton aspal yang telah dibuat. Briket benda uji yang diekstraksi adalah briket dengan kadar aspal 5% (persentase aspal terhadap campuran = 4,76%). Untuk campuran pasir pantai tidak dicuci no. A (lihat tabel Marshall Test) hasil ekstraksinya 4,78% sedangkan campuran pasir pantai dicuci no. C (lihat tabel Marshall Test) hasil ekstraksinya 4,92%. Ternyata hasil ekstraksi keduanya mendekati persentase aspal terhadap campuran.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian laboratorium mengenai beton aspal dengan salah satu bahan susunnya pasir pantai yang berasal dari Pantai Parangtritis Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta seperti yang telah dilaporkan di muka, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang akan dijelaskan seperti sebagai berikut.

1. Kualitas pasir pantai dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembuatan beton aspal, dilihat dari hasil pemeriksaan pasir pantai yang semuanya memenuhi persyaratan Bina Marga.

2. Hasil campuran beton aspal dengan salah satu bahan susunnya berupa pasir pantai Parangtritis memenuhi spesifikasi yang dikeluarkan Bina Marga dalam buku *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya* SKBI - 2.4.26. 1987.
3. Kadar aspal optimum yang dihasilkan adalah 5,35% untuk campuran beton aspal dengan pasir pantai tidak dicuci dan 5,4% untuk campuran beton aspal dengan pasir pantai dicuci.

E.2 Saran

Setelah melakukan penelitian pasir pantai sebagai salah satu bahan campuran beton aspal dengan metode Marshall, maka saran yang dapat peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

- meskipun penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa pasir pantai dapat digunakan sebagai salah satu bahan susun lapis perkerasan dengan jenis konstruksi beton aspal, perlu diadakan penelitian laboratorium lanjutan yang berkaitan dengan pengaruh kadar garam serta pengaruhnya pada jangka waktu tertentu terhadap campuran beton aspal yang pasir pantainya tidak dicuci.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, 1992, *Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part I & II.*
2. DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya* SKBI - 2.4.26. 1987.
3. DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, 1976, *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No. 01/MN/BM/1976*, Dirjen Bina Marga.
4. LABORATORIUM JALAN RAYA, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, *Petunjuk Praktikum Jalan Raya*, UAJY, Yogyakarta.
5. PORTER, J., 1990, *Highway Research : sharing the benefits*, Thomas Telford, London.
6. PRASODHO W., 1996, *Penggunaan Material Batuan Lokal Dari Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Bahan Agregat Pada Lapis Beton Aspal*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. PUSAT PELATIHAN MBT, 1992, *Pelatihan Assisten Teknisi Laboratorium Pengujian Aspal*, Padalarang.
8. PUSPANTORO B., 1993, *Pasir Laui Kering Sebagai Bahan Bangunan*, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Kantor Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah V Yogyakarta.
9. SUKIRMAN S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.