

PROGRAM PERHITUNGAN PERSIMPANGAN BERSINYAL BERDASARKAN MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIA 1997

Rudy Setiawan, Sukanto Tedjokusuma, Hengky, Tonni Harjono
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Jurusan Teknik Sipil
Universitas Kristen Petra
rudy@peter.petra.ac.id

ABSTRAK

Sinyal lalu lintas perlu dipergunakan pada suatu persimpangan jalan untuk menghindari kemacetan akibat adanya konflik arus lalu lintas sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan pada saat jam puncak. Selain itu memberikan kesempatan bagi kendaraan dan penyeberang jalan untuk memotong arus lalu lintas dan mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antar kendaraan dari arah berlawanan.

Pembuatan program Signalised Intersection bertujuan untuk membantu rekayasawan transportasi dalam merencanakan suatu persimpangan bersinyal berdasarkan persyaratan yang terdapat dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Program dibuat dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 6.0 yang berbasis Graphical User Interface sehingga tampilan input dan output menjadi lebih user friendly dibandingkan dengan program yang menggunakan text based (KAJI ver 1.1).

Dengan bantuan program komputer proses analisa kinerja persimpangan bersinyal menjadi lebih fleksibel karena jika Level of Service (LOS) persimpangan hasil analisa tidak sesuai dengan batasan umum Degree of Saturation (DS) $\leq 0,75$ maka user dapat melakukan perubahan lebar ruas jalan secara bertahap hingga diperoleh LOS yang sesuai dengan yang diharapkan. Program Signalised Intersection juga menyediakan fasilitas untuk menganalisa persimpangan tiga lengan yang tidak tersedia pada program KAJI.

Kata kunci: Persimpangan bersinyal, program komputer.

Pendahuluan

Sinyal lalu lintas perlu dipergunakan pada suatu persimpangan jalan untuk menghindari kemacetan akibat adanya konflik arus lalu lintas sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan pada saat jam puncak. Selain itu memberikan kesempatan bagi kendaraan dan penyeberang jalan untuk memotong arus lalu lintas dan mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antar kendaraan dari arah berlawanan.

Untuk mendapatkan hasil desain persimpangan bersinyal yang memenuhi suatu batasan *Level of Service* (LOS) tertentu membutuhkan proses perhitungan yang berulang kali, dan jika dilakukan secara manual akan berpotensi menyebabkan terjadinya kesalahan dalam perhitungan, pembacaan tabel dan grafik.

Pembuatan program *Signalised Intersection* bertujuan untuk membantu rekayasawan transportasi dalam merencanakan suatu persimpangan bersinyal berdasarkan persyaratan yang terdapat dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Program dibuat dengan bahasa pemrograman *Borland Delphi 6.0* yang berbasis *Graphical User Interface* sehingga tampilan *input* dan *output* menjadi lebih *user friendly* dibandingkan dengan program yang masih menggunakan *text based* (KAJI ver 1.1).

Program *Signalised Intersection* dilengkapi dengan fasilitas, antara lain:

- Analisa kinerja persimpangan dengan tiga dan empat lengan pendekat yang dapat ditambahkan jumlah lajunya.
- Pengulangan perhitungan akibat penambahan lebar lajur secara bertahap 0,5 meter hingga maksimum 2 meter per lajur.
- Adanya fasilitas *Help* yang membantu *user* memahami berbagai terminologi dalam analisa kinerja persimpangan bersinyal.

Landasan Teori

Desain Persimpangan

Menurut Banks (2002) pada prinsipnya ada tiga cara untuk memecahkan konflik pergerakan lalu lintas pada suatu persimpangan, yaitu:

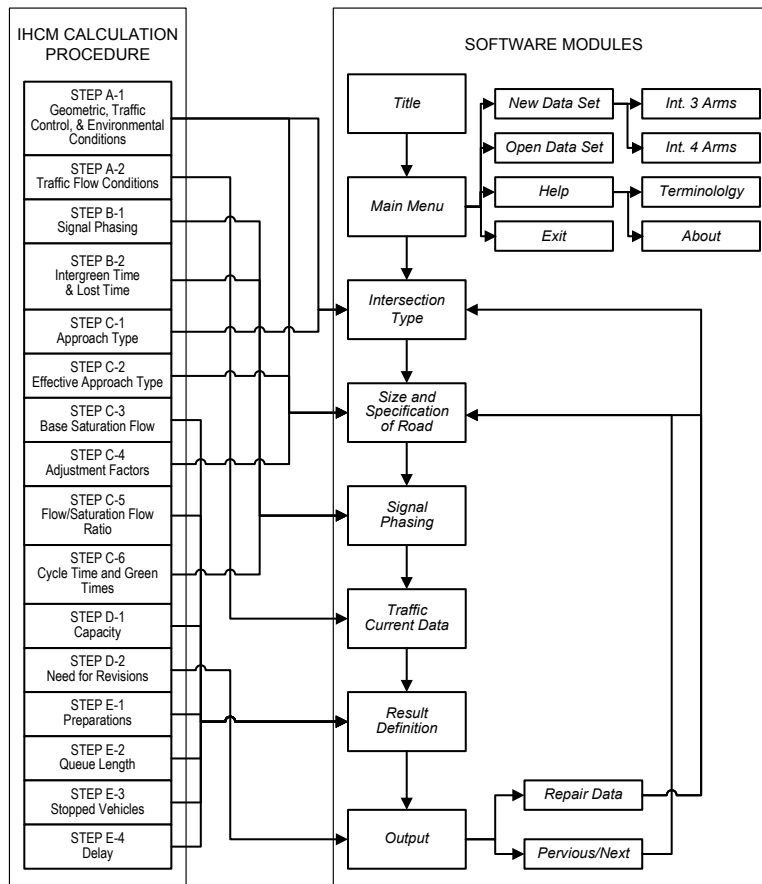
- Melalui solusi *Time-sharing* yang melibatkan pengaturan penggunaan badan jalan untuk masing-masing arah pergerakan lalu lintas pada setiap periode waktu tertentu, contoh dari solusi tersebut adalah persimpangan bersinyal (*signalised intersection*).
- Melalui solusi *Space-sharing* yang merubah konflik pergerakan bersilangan (*crossing*) menjadi jalinan (*weaving*), contoh dari solusi tersebut adalah bundaran lalu lintas (*roundabout*).
- Melalui solusi *Grade Separation* yang meniadakan konflik pergerakan bersilangan dengan menempatkan arus lalu lintas pada elevasi yang berbeda pada titik konflik, contoh dari solusi tersebut adalah persimpangan tidak sebidang (*interchange*).

Dengan demikian suatu persimpangan harus didesain dengan baik dan benar agar dapat mengalirkan arus lalu lintas dari satu arah ke arah yang lain dengan tundaan seminim mungkin dan keselamatan semaksimal mungkin (TRRL, 1991).

Analisa Kinerja Persimpangan Bersinyal

Prosedur analisa kinerja persimpangan bersinyal yang diterapkan dalam pembuatan program *Signalised Intersection* mengacu kepada prosedur perhitungan yang

tercantum pada MKJI 1997 (STEP A s/d E). Termasuk didalam prosedur perhitungan tersebut adalah berupa persamaan, tabel dan grafik. Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara prosedur perhitungan berdasarkan MKJI 1997 dan modul program *Signalised Intersection*.



Gambar 1 Hubungan Antara Prosedur Perhitungan Persimpangan Bersinyal dengan Modul Program *Signalised Intersection*

Pembuatan Program

Tahap pertama pembuatan program *Signalised Intersection* adalah membuat *flowchart* yang menyatakan hubungan antara prosedur perhitungan berdasarkan MKJI 1997 dan modul program yang hendak dibuat sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Tahap selanjutnya adalah pemilihan bahasa pemrograman yang akan dipergunakan, dengan pertimbangan kelengkapan fungsi yang tersedia dan kesesuaian dengan kebutuhan, serta tampilan yang cukup baik, maka dipilih bahasa pemrograman *Borland Delphi*.

Pada prinsipnya pembuatan program *Signalised Intersection* lebih difokuskan kepada tahapan perhitungan yang sesederhana mungkin, sistematis (*Step by Step*) dan logis, serta mengupayakan tampilan setiap modul yang lebih *user friendly* dengan demikian diharapkan dapat mempermudah *user* dalam mempelajari dan menggunakan program tersebut.

Modul *Title*

Modul *Title* dibuat untuk memberikan informasi kepada *user* bahwa program yang dijalankan saat ini merupakan program *Signalised Intersection*. Modul ini dirancang untuk ditampilkan selama 3 detik atau dapat dilanjutkan ke Modul *Main Menu* dengan menekan sembarang tombol (Gambar 2).



Gambar 2 Modul *Title*

Modul *Main Menu*

Modul ini dibuat sebagai pusat kendali dari seluruh modul dalam program. Melalui modul ini *user* dapat memilih salah satu dari dua jenis persimpangan yang tersedia dengan menekan tombol *New Data Set*.

Selain itu pada Modul *Main Menu* juga terdapat tombol *Open Data Set* yang berfungsi untuk membuka data analisa persimpangan yang telah disimpan sebelumnya. Tombol *Help* berfungsi memberikan bantuan kepada *user* berkaitan dengan istilah yang dipergunakan dalam program dan penjelasan singkat dengan menggunakan bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris; juga informasi mengenai nama dan alamat pembuat program (Gambar 3).

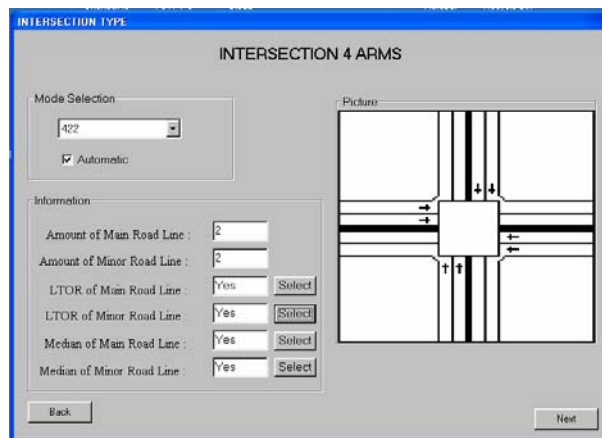
Modul *Intersection Type*

Modul ini berfungsi untuk menentukan jenis persimpangan (tiga atau empat lengan pendekat) yang akan dianalisa. Tahapan untuk persimpangan tiga lengan sedikit

berbeda dengan persimpangan empat lengan, berupa suatu fungsi untuk memilih arah pendekat *minor* yang akan menentukan orientasi gambar persimpangan tiga lengan terhadap arah Utara (Gambar 4).



Gambar 3 Modul Main Menu

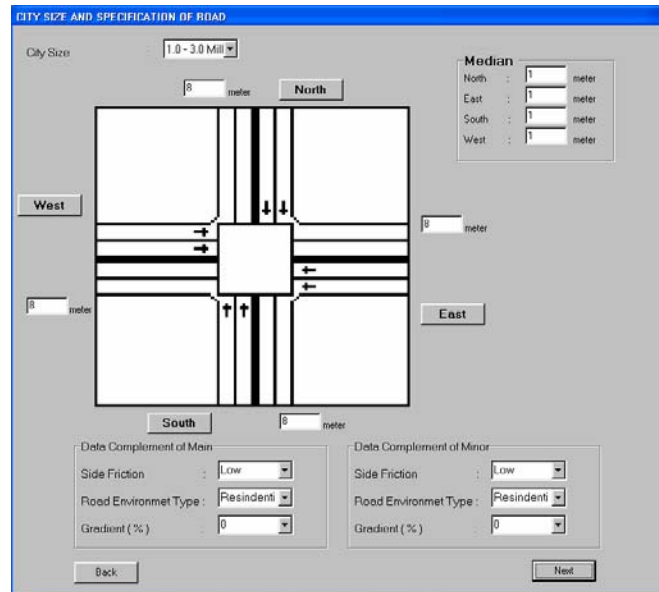


Gambar 4 Modul Intersection Type

Pada modul ini jenis persimpangan berikut ketentuan diambil berdasarkan berbagai pilihan jenis persimpangan yang terdapat dalam MKJI 1997. Namun tetap disediakan pilihan bagi *user* untuk melakukan penyesuaian pada syarat *Left Turn on Red (LTOR)* dan keberadaan median pada lengan pendekat.

Modul City Size and Specification of Road

Modul ini berfungsi untuk menentukan ukuran kota (populasi penduduk), lebar lajur pendekat, lebar median, tingkat hambatan sampang, kondisi lingkungan, dan *gradient*. Modul ini didesain agar *user* lebih mudah dalam melakukan pengisian data untuk setiap pendekat (Gambar 5).

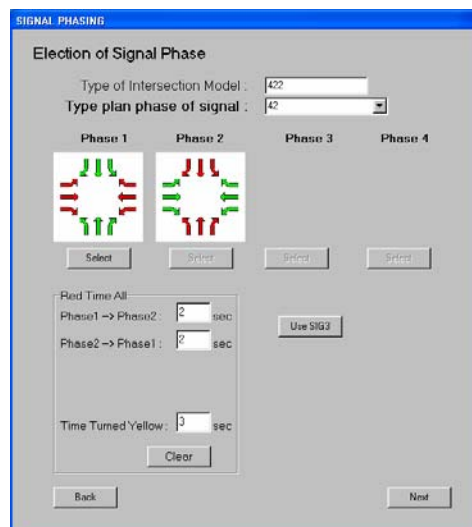


Gambar 5 Modul *City Size dan Specification of Road*

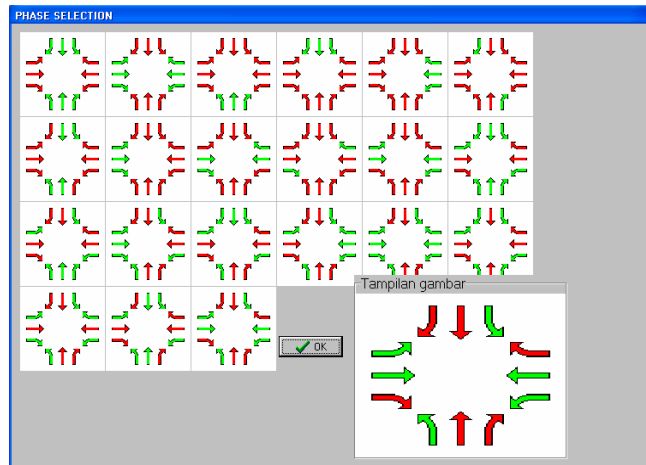
Modul *Signal Phasing*

Pada Modul *Signal Phasing* tersedia berbagai pilihan jenis fase sesuai dengan yang tercantum dalam MKJI 1997. Jenis fase juga dapat ditentukan sendiri oleh *user* sesuai dengan kebutuhan dengan menekan tombol *select* (Gambar 6 & 7).

Pemilihan sinyal dibatasi minimal dua fase dan maksimal empat fase. Waktu merah dan kuning tiap fase dapat ditentukan oleh *user*, tetapi untuk analisa yang lebih akurat dapat menggunakan Modul *SIG III* (Gambar 8 & 9).



Gambar 6 Modul *Signal Phasing*



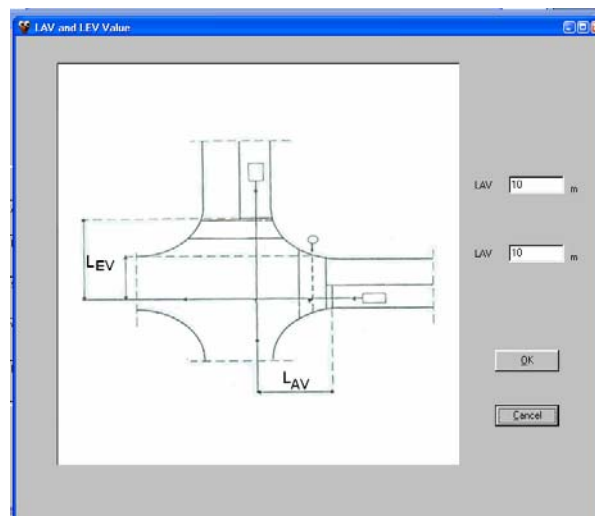
Gambar 7 SubModul *Phase Selection*

North LAV: 10 meter LEV: 10 meter Select
 South LAV: 10 meter LEV: 10 meter Select
 West LAV: 10 meter LEV: 10 meter Select
 East LAV: 10 meter LEV: 10 meter Select

Evacuation Traffic		Advancing Traffic				Red Time All (sec)	
Approach	Speed V_e (m/s)	Approach	N	S	W		E
N	10	Speed V_a (m/sec)	10	10	10	10	
		Distance evac-adv (m)				10+5-10	
		Time evac-adv (sec)				1+0.5-1	0.5
S	10	Distance evac-adv (m)			10+5-10		
		Time evac-adv (sec)			1+0.5-1		0.5
W	10	Distance evac-adv (m)	10+5-10				
		Time evac-adv (sec)	1+0.5-1				0.5
E	10	Distance evac-adv (m)		10+5-10			
		Time evac-adv (sec)		1+0.5-1			0.5

OK Cancel

Gambar 8 SubModul *Intergreen & Lost Time*



Gambar 9 SubModul *SIG 3*

Modul *Traffic Current Data*

Modul ini berfungsi untuk mempermudah *user* memasukkan data lalulintas pada setiap arah pergerakan pada masing-masing lengan pendekat yang telah dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan (Gambar 10) yang terdiri dari:

- *Heavy Vehicles (HV)* yaitu truk, bis, tronton, dan trailer.
- *Light Vehicles (LV)* yaitu mobil kendaraan pribadi, angkutan umum seperti bemo dan taksi.
- *Motorcycle (MC)* yaitu sepeda motor dan bajaj.
- *Un-motorised (UM)* yaitu pejalan kaki, becak, gerobak dan dokar.

The screenshot shows a software interface titled "TRAFFIC CURRENT DATA". It contains four input sections for different vehicle categories, each with a circular diagram of eight arrows representing traffic approaches. The input fields are as follows:

Vehicle Type	Approach 1	Approach 2	Approach 3	Approach 4	Approach 5	Approach 6	Approach 7	Approach 8
Heavy Vehicles	3	16	3	4	20	4	5	24
Light Vehicles	53	240	53	67	314	67	02	280
MotorCycle	29	183	29	50	232	60	34	158
Un-Motorised	11	11	10	13	14	13	7	7

At the bottom, there are "Back" and "Next" buttons, and the text "on veh/h" is visible on the right.

Gambar 10 Modul *Traffic Current Data*

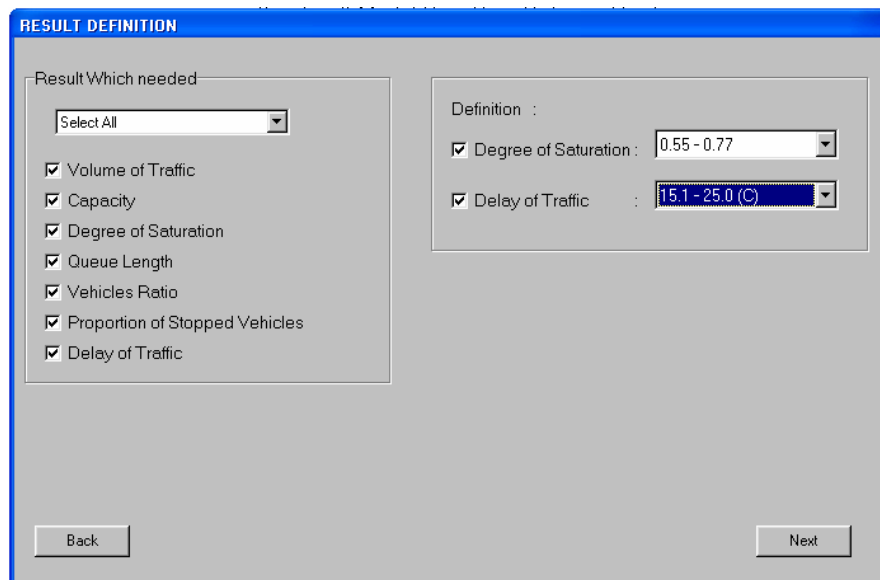
Modul *Result Definition*

Modul ini berfungsi untuk memberikan bantuan kepada *user* untuk menentukan hasil *output* yang ingin ditampilkan pada modul *output*. Pada modul tersebut tersedia beberapa variabel yang dapat dipilih untuk ditampilkan pada modul *output*, yaitu:

- *Volume of Traffic* (jumlah arus lalulintas)
- *Capacity* (kapasitas)
- *Degree of Saturation* (derajat kejenuhan)
- *Queue Length* (panjang antrian)
- *Vehicles Ratio* (rasio kendaraan)
- *Proportion of Stopped Vehicles* (jumlah kendaraan terhenti)
- *Delay of Traffic* (tundaan lalulintas)

Selain itu juga tersedia pilihan untuk batasan kinerja persimpangan yang dikehendaki berupa variabel *Degree of Saturation (DS)* dan *Delay of Traffic*, jika batasan tersebut

dipilih dan ditentukan nilai *LOS*-nya; akan dipergunakan sebagai batasan kinerja yang harus dicapai melalui penambahan lebar lajur secara bertahap (Gambar 11).



Gambar 11 Modul *Result Definition*

Modul Output

Modul ini berfungsi untuk menampilkan hasil analisa kinerja persimpangan yang telah ditentukan pada Modul *Result Definition*. Jika diperlukan tabulasi detil perhitungan dapat dilihat pada setiap modul dengan menekan tombol *SIG 1* s/d *SIG 5* (Gambar 12). Apabila hasil perhitungan tidak memenuhi batasan *LOS* yang telah ditentukan, dan fungsi perhitungan otomatis pada Modul *Intersection Type* telah diaktifkan (diberi tanda ✓); maka pada Modul *Output* akan muncul tombol *Previous* dan *Next* yang berfungsi untuk mengurangi atau menambah lebar lajur secara bertahap sebesar 0,5 meter pada semua lengan pendekat hingga maksimum 2 meter dari lebar semula.

Jika penambahan lebar lajur tidak berhasil mencapai batasan *LOS* yang ditentukan, maka *user* diberikan kesempatan untuk melakukan modifikasi terhadap data persimpangan berupa:

- Mendesain ulang lebar jalan pada Modul *City Size and Specification of Road* atau,
- Mengubah jenis model persimpangan yang memiliki jumlah lajur lebih banyak (Modul *Intersection Type*) dilanjutkan dengan mendesain ulang lebar jalan (Modul *City Size and Specification of Road*) atau,
- Mendesain ulang persimpangan tersebut secara keseluruhan mulai dari awal.

OUTPUT

Intersection Type : 422

	North	South	East	West
Volume of Traffic	415	361	525	635
Capacity	1062	1076	1319	1744
Degree of Saturation	0.39	0.34	0.40	0.36
Queue Length	8.45	7.70	10.00	11.00
Vehicles Ratio	0.88	0.92	0.82	0.74
Proportion of Stopped Vehicles	365.2	332.1	430.5	469.9
Delay of Traffic	9.30	9.44	8.63	7.56
Level of Service :	B	B	B	B

Repair Data

Specification of Road

Model Type Intersection

Re-designed

Automatix

Previous Next

Detail Result

Table SIG 1 Table SIG 2 Table SIG 3 Table SIG 4 Table SIG 5

Save File As :

Gambar 12 Modul Output

Penutup

Melalui pembuatan program *Signalised Intersection* diharapkan dapat memudahkan user untuk mengevaluasi kinerja persimpangan bersinyal terutama untuk kepentingan akademis.

Daftar Pustaka

- Banks, J.H., 2002, *Introduction to Transportation Engineering*, McGraw-Hill, New York.
- Directorate of Urban Road Development (BINKOT), (1997), *Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM)*, Sweroad & PT. Bina Karya, Bandung.
- LPKBM MADCOMS, (2002), *Pemrograman Borland Delphi 6*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Transport and Road Research Laboratory, 1991, *Toward Safer Roads in Developing Countries*, England.

Daftar Riwayat Hidup Penulis

- Rudy Setiawan dan Sukanto Tedjokusuma, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.
- Hengky, Tonni Harjono, Alumni Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Jurusan Teknik Sipil.