

Eksperimen, Rancangan, Analisa

Dra. Sandra Widasari, M.Sc.



PENDAHULUAN

A. PENGANTAR

Dalam Modul ini Anda akan mempelajari mengenai “rancangan percobaan” dan analisa dari percobaan-percobaan (eksperimen) dengan sedikit penekanan pada beberapa aspek matematisnya. Dengan lebih mengenal aspek matematis dari rancangan percobaan secara lebih mendalam diharapkan Anda dapat lebih mengerti dan menjiwai analisa statistik dari rancangan percobaan yang Anda laksanakan. Suatu penurunan yang secara matematis sempurna benar, tidak diberikan dalam modul ini. Hal ini akan termasuk dalam suatu kuliah yang “lanjut” (advanced).

Materi kuliah “Rancangan Percobaan” ini ditujukan bagi Anda yang telah menyelesaikan mata kuliah dasar mengenai “Metode-metode Statistika”, jadi Anda telah mengenal konsep-konsep dasar dari distribusi norma distribusi - t, distribusi Chi-Kuadrat, distribusi F dan uji-uji hipotesa yang umum, dan mengenal mengenai taksiran titik dan interval kepercayaan.

Sebagai pendahuluan, pada Modul 1 ini, Anda akan mengulangi sedikit mengenai eksperimen yaitu tentang apa yang dimaksud dengan eksperimen/percobaan dalam modul ini, Anda akan diperkenalkan dengan rancangan percobaan dan analisa statistiknya. Juga diberikan suatu contoh mengenai percobaan (eksperimen) yang terencana, yang sederhana.

Dalam modul-modul selanjutnya, akan dibahas problema, dimana tujuan dari sebuah percobaan, dan percobaannya sendiri maupun analisisnya, menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan percobaan-percobaan pada modul 1 ini.

B. TUJUAN INSTRUKSIONAL UMUM

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Anda dapat:

- a. lebih memahami dan menjiwai. berbagai-bagai jenis Rancangan Percobaan, dapat mengerjakan dengan baik analisis maupun pengambilan kesimpulan. Memahami beberapa penurunan-penurunan matematisnya;
- b. dalam menyelesaikan suatu problema yang memerlukan percobaan-percobaan, Anda dapat memilih sebuah rancangan yang baik, efektif dan sesuai dengan tujuan dari penelitian tersebut,
- c. mengerjakan analisa dari rancangan yang terpilih itu, dengan baik dan tidak melupakan asumsi-asumsi yang digunakan untuk analisa tersebut. Kemudian Anda dapat mengambil kesimpulan yang sesuai dengan objektif dari eksperimen.

C. TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS

Setelah selesai mempelajari pokok bahasan ini Anda dapat:

- a. Memahami lebih mendalam mengenai eksperimen-eksperimen yang
- b. sifatnya ilmiah;
- c. Lebih mengenal dan memahami eksperimen untuk membandingkan dua buah perlakuan ataupun dua buah kelompok, baik dengan rencana Radom Lengkap maupun dengan Rancangan Perbandingan Berpasangan;
- d. Melaksanakan analisa statistik dan mengambil kesimpulan yang benar dari rancangan eksperimen, yang dijelaskan pada bagian B diatas.

KEGIATAN BELAJAR 1

Ekperimen, Rancangan, Analisa

☉ Percobaan-percobaan (eksperimen) dilakukan oleh peneliti-peneliti dari beberapa disiplin ilmu, dengan tujuan, antara lain untuk menemukan “sesuatu” yang baru mengenai suatu proses atau digunakan hanya sebagai konfirmasi, mengenai sesuatu yang telah diketahui sebelumnya, ataupun untuk membandingkan efek-efek dari berbagai kondisi pada suatu fenomena.

Contoh dari “sebuah eksperimen” dapat kami tunjukkan sebagai berikut.

Seorang peneliti ingin mempelajari efek obat D dan obat B pada pengobatan hipertensi (tekanan darah tinggi) di negeri I. Maka akan timbul beberapa pertanyaan-pertanyaan seperti misalnya:

1. Bagaimana efek obat akan diukur?

Penelitian harus membahas apakah pengukuran efek obat dapat diperhitungkan berdasarkan waktu sejak menelan obat pertama kali, hingga turunnya tekanan darah pertama kali yaitu turunnya tekanan darah sistole dan tekanan diastole; atukah hingga turunnya tekanan darah mencapai keadaan normal dan tetap normal dalam waktu paling sedikit 24 jam, atau cara-cara pengukuran lainnya yang dapat digunakan untuk mengukur perbedaan efek obat D dan obat B jika ada.

2. Faktor-faktor apa sajakah, yang sebenarnya mempengaruhi karakteristik yang diukur pada butir 1) di atas, kecuali efek obat?

Yang jelas, dalam eksperimen ini “faktor” obat akan dibahas. Tetapi kecuali faktor obat, mungkin peneliti memikirkan mengenai adanya penderita-penderita pria dan penderita-penderita wanita. Apakah kedua jenis kelamin ini “sama” atukah “berbeda” dalam mengetahui pengukuran pada butir 1) diatas? Jika peneliti ingin mengetahui mempertimbangkan mengenai pengaruh dari jenis kelamin ini pada pengukuran butir 1) maka “faktor jenis kelamin” akan diperhitungkan pula pembahasanya dalam penelitian ini.

Kemudian peneliti akan memikirkan an mempertimbangkan faktor-faktor lain lagi yang mungkin dapat mengetahui pengukuran butir 1).

Misalnya, faktor cara pemberian obat yaitu sebaiknya kalau obat diberikan dalam bentuk tablet, diminum 1 jam sebelum makan, ataukah diminum setelah makan, ataukah obat diberikan dalam bentuk suntikan dan sebagainya. Jika hal ini ingin diketahui peneliti maka “faktor” cara pemberian obat dapat dipertimbangkan pula untuk dianalisis.

(Catatan: pada umumnya akan terdapat sejumlah besar faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran butir 1), tetapi untuk analisa statistiknya, jumlah faktor dikurangi dan dipilih yang “terpenting” saja).

3. Berapa kalikah eksperimen akan dilakukan?
4. Bagaimana bentuk analisisnya?
5. Berapa Ukuran suatu efek untuk dapat dikatakan bawa efek tersebut cukup penting?

Dalam sebuah eksperimen dimana analisisnya juga akan menggunakan metode-metode statistik maka hasil dan kesimpulan yang akan diperoleh, biasanya tergantung dari bagaimana cara data dikumpulkan. Anda akan dapat mengerti benar-benar makna dari kalimat ini setelah Anda menyelesaikan seluruh modul ini. “Bagaimana data dikumpulkan” akan menjadi bagian yang penting dalam “Rancangan Percobaan”.

Jelas bahwa suatu eksperimen akan sangat efisien jika digunakan suatu perencanaan yang “ilmiah”. Untuk perencanaan yang ilmiah ini, seringkali dibutuhkan cara-cara yang sesuai dengan metode-metode statistik. Dengan perencanaan berdasarkan metode-metode statistik ini, maka data yang dikumpulkan akan dapat dianalisa dengan benar berdasar metode-metode statistik yang ada, yang telah dibuktikan kebenarannya secara ilmiah, sehingga didapatlah kesimpulan-kesimpulan yang benar-benar obyektif, valid. Pada problema-problema permasalahan, dimana data dipengaruhi oleh “sesatan eksperimen”, maka agar kita dapat memperoleh analisa yang obyektif dari problemanya, kita harus menggunakan metode-metode statistik. Yang dimaksud dengan “sesatan eksperimen” (“experimental error” atau “error”) ialah kesalahan-kesalahan yang disebabkan antara lain karena adanya, variasi

dari materi eksperimen yang seharusnya homogen, tetapi kehomogenan sulit/tidak mungkin diperoleh peneliti. Sesatan eksperimen yang lain dapat berupa, kesalahan-kesalahan observasi, kesalahan-kesalahan karena adanya efek-efek dari faktor-faktor yang sebenarnya mempengaruhi karakteristik yang sedang dipelajari, tetapi faktor-faktor tersebut tidak dibahas pada butir 2 di atas, yaitu pada penentuan faktor-faktor. Misalnya pada penelitian mengenai pengaruh obat hipertensi yang telah kita bicarakan itu, mungkin faktor kelembaban udara, tidak dipelajari padahal mungkin saja kelembaban udara mempunyai pengaruh pada penderita-penderita hipertensi.

Rancangan dari eksperimen dan analisa statistik dari data, adalah dua aspek yang berhubungan sangat erat. Sebenarnya metode analisa statistik sangat tergantung dari Rancangan dari eksperimennya.

Untuk menggunakan metode-metode statistik dalam Rancangan Percobaan (eksperimen), kita harus memperhatikan 3 buah prinsip dasar berikut ini:

1. Randomisasi
2. Replikasi
3. Pemblokkan.

1. Randomisasi

Yang dimaksud dengan randomisasi disini ialah randomisasi yang dilaksanakan pada waktu mengalokasikan materi eksperimen dan pada waktu mengurutkan masing-masing eksperimen dari keseluruhan penelitian.

Seperti yang akan Anda lihat nanti, metode-metode statistik yang digunakan untuk analisa dari sebuah percobaan akan membutuhkan asumsi-asumsi. Salah sebuah dari asumsi-asumsinya ialah bahwa observasi-observasi (pengamatan-pengamatan) adalah variabel-variabel random yang saling independen Dengan penggunaan randomisasi, maka asumsi mengenai independen ini, akan dapat terpenuhi.

Selain dari itu, dengan adanya randomisasi ini, maka efek-efek dari faktor-faktor “luar” yaitu faktor-faktor yang tidak dibahas/terbahas dalam analisa akan “di rata-ratakan” (dihilangkan). Misalnya pada contoh mengenai pengaruh 2 obat hipertensi D dan B untuk mengukur efek obat D dan obat B dengan sendirinya. Penderita-penderita yang akan diberi baik obat B, maupun obat D, seharusnya “sama”, sehingga hanya pengaruh obat B dan pengaruh obat D tampak jelas dari pengukuran-

pengukuran setelah penderita-penderita itu diberi obat B dan D. Tetapi mencari penderita-penderita yang “sama” sulit/tidak mungkin. Penderita-penderita yang “sama” ialah penderita-penderita yang sama berat, sama tinggi, sama gemuk -kurusnya, sama umurnya sama jenis kelaminnya, sama lama menderita penyakitnya hingga pengobatan, dari orang tua yang sama agar “latar belakannya” sama dan seterusnya.

Dengan randomisasi, adanya ketidak “samaan” dari penderita-penderita dapat diirata-ratakan “dihilangkan” diabaikan.

2. Replikasi

Jika sebuah “perlakuan” diberikan pada n buah unit-unit percobaan. Unit percobaan ialah unit/satuan bahan (materi) yang akan diamati dalam eksperimen. Jika reaksi suatu perlakuan (atau kombinasi perlakuan, yang Akan dibahas pada modul 5), akan diukur dalam penelitian maka unit percobaan inilah yang akan diberi perlakuan/kombinasi perlakuan. Pada contoh kita mengenai pemberian obat D dan B pada penderita-penderita hipertensi, yang dimaksud dengan unit-unit percobaan ialah penderita-penderita hipertensi, yang diberi perlakuan yaitu masing-masing unit eksperimen diberi obat B atau obat D dalam sebuah eksperimen, maka dikatakan ada n replikasi dari perlakuan tersebut.

Jika dalam sebuah rancangan percobaan, masing-masing dari setiap perlakuan akan direplikasi sebanyak n kali, maka dikatakan rancangan mempunyai n replikasi.

Replikasi membantu memberikan sebuah taksiran pada variasi sesatan yaitu perbedaan-perbedaan (variasi) yang tampak pada hasil pengamatan hasil pengamatan hasil pengamatan dari unit percobaan unit percobaan yang “sama”, setelah diberi perlakuan yang identik. Oleh pemberian perlakuan yang identik pada unit percobaan-unit percobaan yang “sama”, maka mestinya kita akan mendapat hasil pengamatan hasil pengamatan yang sama, tetapi kenyataan yang terjadi ialah bahwa unit percobaan-unit percobaan yang “sama” tidak mungkin didapat dan hasil pengamatan-hasil pengamatan tidak identik, tetapi ber”variasi” (berbeda-beda).

Replikasi akan membantu memberikan sebuah taksiran pada variasi tersebut yaitu variasi sesatan. Tetapi. kadang-kadang variasi sesatan eksperimen telah dapat ditaksir dari asumsi-asumsi yang ada, maka dalam hal ini replikasi akan memberikan taksiran dari variasi sesatan dengan lebih tepat.

Perhatikan bahwa yang dimaksud dengan replikasi bukanlah suatu pembacaan ulang dari sebuah pengukuran. Replikasi adalah pengulangan eksperimen dasar, dan hal ini tidaklah sama dengan pembacaan ulang dari sebuah pengukuran.

3. Pemblokkan

Pemblokkan adalah sebuah teknik yang digunakan orang untuk memperbaiki ketepatan sebuah eksperimen. Sebuah blok adalah sebagian dari materi percobaan, yang sifatnya lebih homogen, dari keseluruhan materi eksperimen. Dapat juga dikatakan bahwa pemblokkan ialah pengalokasian unit eksperimen-unit eksperimen dalam blok-blok, sedemikian hingga unit eksperimen-unit eksperimen yang berada di dalam masing-masing blok lebih homogen dibandingkan diantara blok-blok yang ada. Sebuah contoh yang sederhana mengenai prinsip pemblokkan akan Anda jumpai pada kegiatan belajar 2, modul 1 ini. Pada modul 3, akan Anda jumpai pembahasan mengenai Rancangan Blok Random Lengkap, yang membahas mengenai prinsip pemblokkan ini dengan lebih Lengkap.

Demikianlah pembicaraan kita mengenai ketiga prinsip dasar dalam Rancangan Percobaan. Selanjutnya perlu diperhatikan bahwa sebuah eksperimen yang menggunakan metode-metode statistik, membutuhkan pelaksana-pelaksana yang telah mengetahui/mengerti sebelum eksperimen dilaksanakan, mengenai bagaimana data harus dikumpulkan dan paling sedikit telah mengerti, meskipun hanya secara kualitatif, mengenai bagaimana nantinya data akan dianalisa yaitu berdasarkan bagaimana cara data telah dikumpulkan.

Jika Anda belum dapat mengerti alinea ini dengan benar, ulangilah lagi mempelajarinya nanti setelah Anda menyelesaikan modul 6 dari kuliah ini. Alinea ini adalah peristiwa agar anda dapat membuat rancangan dari sebuah percobaan dengan benar dari kuliah ini, misalnya pada modul 5 yang membicarakan aturan EKR, akan terlihat dengan jelas, bahwa sebelum sebuah percobaan dimulai, dengan cara membuat kolom “derajat bebas”, kolom “EKR”, dari tabel Analisa Variansi, Anda sudah dapat menentukan sebelum percobaan yang sesungguhnya dimulai, apakah sebuah faktor (atau kombinasi dari faktor-faktor) dengan rancangan yang anda pilih itu akan dapat diuji/dipelajari dan diambil kesimpulan secara statistik mengenai keadaan faktor tersebut ataukah tidak. Jika sebuah faktor (atau kombinasi faktor) tidak dapat diuji, sedangkan mengambil

kesimpulan mengenai faktor tersebut merupakan obyektif (tujuan) dari penelitiannya, maka Anda harus dan pada umumnya akan dapat mengubah-ubah rancangan percobaan Anda, sebelum percobaan yang sebenarnya pengambilan data, dimulai demikian sehingga diperoleh sebuah rancangan percobaan baru yang dapat mempelajari menguji faktor/kombinasi faktor, sesuai dengan tujuan dari penelitian

Jika rancangan baru ini sudah didapat, barulah eksperimen yang sebenarnya dapat dimulai yaitu mengubah dengan pelaksanaan-pengumpulan data yang sebenarnya yang sesuai dengan ketentuan dari “cara pengumpulan data” yang dijelaskan oleh Rancangan Percobaan baru yang terpilih itu misalnya Rancangan Random Lengkap atau Rancangan Blok Random Lengkap dan. Lain-lain).

Selanjutnya untuk lebih mendalami mengenai “Rancangan Percobaan” maka dibawah ini akan Anda dijumpai sebuah urutan yang dapat dan biasa dilakukan orang pada penelitian-penelitian yang menggunakan metoda-metoda statistik yaitu:

- a. *Menentukan mengenai adanya suatu problema*
- b. *Membuat sebuah pernyataan yang jelas mengenai problema tersebut*

Bagian ini tampaknya seperti sesuatu yang mudah dan nyata, tetapi dalam prakteknya, kadang-kadang tidaklah demikian sederhana untuk membuat suatu pernyataan yang jelas dari problem penelitian maupun dari tujuan penelitiannya. Suatu pernyataan yang jelas dari problema dari penelitian seringkali dapat memberikan pengertian yang lebih baik mengenai fenomenanya dan juga mengenai solusi akhir dari problema tersebut.

- c. *Pemilihan “faktor-faktor” dan “taraf-taraf” nya*

Peneliti harus memilih “variabel independen” biasa juga disebut “faktor” atau “perlakuan” atau jika beberapa faktor dipelajari seperti pada modul 6 kita mempunyai “kombinasi perlakuan”), yaitu faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya problema di atas. Kemudian peneliti juga harus menentukan “taraf” (tingkat, level) dari faktor/faktor-faktor yang ditentukan itu.

Hal ini telah kami bahas sedikit yaitu pada contoh mengenai percobaan membandingkan kemanjuran obat hipertensi D dan obat hipertensi B, yaitu pada butir 2. Pada percobaan tersebut faktor-faktor dapat ditentukan/dipilih sebagai berikut:

- 1) Faktor jenis obat: faktor ini mempunyai dua taraf (level) karena penggunaan 2 jenis obat yaitu obat D dan obat B.
- 2) Faktor jenis kelamin: apabila jenis kelamin dianggap cukup penting untuk diteliti maka jenis kelamin dapat diambil sebagai faktor. Untuk faktor jenis kelamin ini dapat digunakan 2 taraf yaitu pria dan wanita.
- 3) Faktor pemberian obat: apabila cara pemberian obat ingin dipelajari maka hal ini dapat diambil sebagai salah sebuah faktor dari percobaan ini. Taraf untuk faktor ini, dapat dipilih/ditentukan, misalnya jika pemberian obat dibedakan dalam:
- 4) Tahap keempat dari urutan-urutan melaksanakan sebuah eksperimen yang “ilmiah” ialah: menentukan “variabel dependen atau yang biasa disebut orang sebagai response”, yaitu variabel (karakteristik) yang akan diukur.

Pada pembahasan mengenai percobaan kemanjuran hipertensi didepan, hal ini telah disinggung yaitu pada pertanyaan pada butir 1. Misalnya waktu sejak menelan obat pertama kali hingga turunnya tekanan darah sistole atau tekanan darah diastole dipilih sebagai response, jadi akan diamati dan diukur. Alat untuk mengukur ditentukan, misalnya sphygmometer air raksa standar Nova, dan sebagainya. Kemudian harus ditentukan juga bagaimanakah keadaan penderita waktu pengukuran: berbaring terlentang, 10 menit sebelum pengukurannya supaya keadaan penderita tenang; ataukah dalam keadaan duduk, misalnya. Dari pertimbangan-pertimbangan tersebut ditentukanlah apa yang akan digunakan sebagai response.

- 5) Menentukan ruang inferensi

Harus ditentukan batas-batas di dalam mana hasil percobaan/penelitian akan berlaku. Misalnya pada penelitian

mengenai kemanjuran obat hipertensi tadi, diambil sebagai ruang inferensi, seluruh penderita hipertensi di negeri I.

- 6) Pemilihan unit eksperimen (unit percobaan/satuan percobaan) secara random

Sedikit pembahasan mengenai unit percobaan ini telah disinggung didepan pada waktu kita membahas mengenai 3 prinsip dasar dari Rancangan Percobaan. Unit percobaan adalah satuan-satuan bahan/materi yang akan diamati dalam eksperimen. Kumpulan satuan-satuan percobaan-percobaan yang diteliti ini, diharapkan dapat mewakili ruang inferensi yang kita inginkan pada butir 5 diatas.

Pemilihan secara random dari unit-unit eksperimen akan menghindarkan kita dari bias-bias (kemiringan) yang mungkin timbul sebagai akibat adanya faktor-faktor yang tidak kita pelajari dalam eksperimen tetapi yang berpengaruh secara sistematis pada unit percobaan-unit percobaan (adanya faktor-faktor tambahan ini pernah kita singgung didepan). Contoh: pada eksperimen kemanjuran obat hipertensi, mungkin saja penderita-penderita dari pusat-pusat kota perdagangan ditepi laut yang padat dan ramai, akan berbeda dengan penderita-penderita dari daerah pertanian. Faktor “daerah” tidak kita pertimbangkan pada ketika kita menetapkan variabel-variabel independen (butir 3 diatas).

- 7) Penentuan dari randomisasi dari perlakuan-perlakuan pada unit-unit eksperimen

Metode bagaimana perlakuan “diberikan” pada satuan-satuan percobaan adalah sangat penting dan dapat Anda anggap sebagai “badan” dari kuliah ini. Anda akan menjumpai mengenai hal ini dalam modul-modul Rancangan Percobaan ini.

- 8) Membuat analisa untuk butir 7 diatas

Didepan telah dijelaskan bahwa rancangan dari eksperimen dari analisa statistik dari data adalah dua aspek yang berhubungan sangat erat: setiap rancangan percobaan akan mempunyai analisa statistik (ANAVA-analisa variansi) yang berkoresponden dengan rancangan itu sendiri. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: misalnya kita merencanakan percobaan kita dengan suatu rancangan yang disebut

Rancangan Blok Random Lengkap (atau disingkat RBRL), maka dengan mempelajari ANAVA dari RBRL, kita dapat menentukan apakah nantinya kita akan dapat menguji faktor/faktor-faktor/kombinasi faktor-faktor yang sedang kita perhatikan, yang menjadi objektif (tujuan) dari penelitian. Misalnya pada penelitian obat hipertensi tadi, maka mempelajari/menguji jenis obat adalah sebuah faktor yang menjadi tujuan penelitian kita. Apakah faktor jenis obat ini telah dapat diuji dengan rancangan blok random lengkap yang terpilih misalnya. Mungkin sekali terjadi bahwa kita membutuhkan “perubahan” didalam RBRL, dalam arti bahwa kita harus menambah jumlah observasi kita, atau kadang-kadang kita harus menggunakan rancangan lain yang bukan RBRL. Pembahasan mengenai perubahan rancangan ini telah disinggung sedikit didepan dan akan diulangi lagi pada modul 5, sedangkan pembahasan mengenai “penambahan observasi” akan kami jelaskan pada modul 5.

9) Tahap kesembilan ini ialah tahap mulai melaksanakan eksperimen sebenarnya jadi tahap mengumpulkan data.

10) Analisa data dari eksperimen

Untuk menganalisa data digunakan metoda statistik yang sesuai dengan cara mengumpulkan data pada butir 9 diatas. Mengenai hal ini telah kita singgung sedikit dan akan kita bahas lagi dalam tiap-tiap pembahasan mengenai bentuk rancangan percobaan. Patut diperhatikan bahwa perkembangan yang pesat dari komputer sangat membantu kita dalam menganalisa data ini. Belakangan ini telah tersedia beberapa “perangkat lunak” yang dapat membantu kita dalam menganalisa data untuk tahap ke-10 ini.

11) Pengambilan kesimpulan

Dengan demikian telah kita berikan sepuluh buah tahap urutan yang sering digunakan orang untuk melaksanakan suatu eksperimen yang ilmiah. Kecuali hal-hal yang telah kita bicarakan hingga saat ini, masih ada beberapa hal penting yang harus kita ketahui yaitu:

- a) Penggunaan pengetahuan yang “tidak bersifat statistik” untuk membantu pemecahan problema yang dihadapi.

Seorang peneliti dari suatu disiplin ilmu biasanya telah mempunyai pengetahuan yang luas dan mendalam mengenai bidang yang ditelitinya, yang sifatnya “bukan statistik”. Pengetahuan yang sifatnya “tidak statistik ini, sangat berharga untuk menentukan faktor-faktor, taraf-taraf dari masing-masing faktor, untuk membantu menetapkan berapa banyaknya replikasi, untuk membantu dalam menginterpretasikan hasil dari analisa, dan lain-lain.

- b) Bedakan pengertian: “signifikan secara praktis” dan “signifikan secara statistik”

Jika dua kondisi eksperimen menghasilkan dua mean hasil pengamatan yang “berbeda secara statistik”, maka ini bukanlah berarti bahwa perbedaan itu cukup besar untuk memberikan suatu nilai praktis. Contohnya: seorang insinyur mesin menemukan suatu modifikasi tertentu dari mesin mobil. Dengan modifikasi ini, banyaknya pemakaian bensin premium akan berkurang sebanyak 0,11. untuk tiap km. yang ditempuh. Ini adalah suatu hasil perhitungan statistik.

Tetapi biaya untuk modifikasi tersebut adalah Rp 1.000.000,- Karenanya perbedaan 0,11. per km penghematan pemakaian bensin premium mungkin dianggap terlalu kecil dan kurang berguna dipandang dari sudut praktisnya.

- c) Pada umumnya sebuah eksperimen akan dapat diulangi

Biasanya adalah kurang bijaksana untuk merancang suatu eksperimen yang sangat luas dan umum yang dapat meliputi berbagai hal pada suatu studi permulaan.

Untuk suatu rancangan yang, baik dan sukses, dibutuhkan pengetahuan mengenai faktor-faktor yang penting, mengenai taraf-tarafnya, mengenai cara pengukuran yang bagaimana, yang akan sesuai dengan faktor-faktor dan respons.

Biasanya kita tidak dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan ini dengan baik pada permulaan sebuah studi atau eksperimen, tetapi kita akan “belajar bersama-sama sejalan dengan kemajuan dari pelaksanaan eksperimennya”: beberapa faktor yang ada pada permulaan percobaan dapat dihilangkan dan beberapa faktor baru

ditambahkan; kadang-kadang variabel response baru harus digunakan. (Anda akan melihat mengenai hal-hal ini pada modul-modul kuliah ini).

Pada umumnya, eksperimen akan dapat diulangi, karenanya untuk rancangan permulaan, sebaiknya digunakan tidak lebih dari 25% hingga 30% dari sumber-sumber eksperimen “(yaitu budget, waktu, dan sebagainya) sumber-sumber eksperimen ini masih harus ada untuk mencapai tujuan akhir dari penelitian.

- d) Rancangan dan analisa sebaiknya dipilih yang paling sederhana
- Sebuah rancangan Percobaan yang dikerjakan dengan hati-hati dan benar akan memerlukan analisa yang mudah dan jelas bentuknya. Jika Rancangan Percobaan dikerjakan/dilaksanakan agak serampangan, maka metoda-metoda statistik yang komplekspun seringkali tidak dapat menolong keadaan ini.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apakah tiga prinsip dasar dari Rancangan Percobaan? Jelaskan masing-masing!
- 2) Sebutkan tahap-tahap dari sebuah penelitian yang ilmiah dan jelaskan masing-masing tahap itu!



RANGKUMAN

- a. Menjelaskan mengenai sebuah penelitian yang ilmiah yang menggunakan metoda-metoda statistik.
- b. Menjelaskan mengenai tiga prinsip dasar pada penggunaan metoda-metoda statistik dalam sebuah percobaan.
- c. Menjelaskan mengenai pentingnya pengetahuan yang “tidak bersifat statistik” untuk Rancangan Percobaan yang menggunakan metoda-metoda statistik.

- d. Membedakan anti dari “signifikan secara statistik” dan “signifikan secara praktis”.
- e. Menjelaskan secara umum bagaimana memilih Rancangan Percobaan yang benar.

**TES FORMATIF 1** _____

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Dalam sebuah eksperimen dimana analisisnya juga menggunakan metoda-metoda statistik maka dengan cara bagaimana data dikumpulkan?
 - A. dengan analisa data agak berhubungan
 - B. dengan analisa data saling berhubungan
 - C. dengan hasil analisa dan kesimpulan yang diperoleh saling berhubungan
 - D. dengan bagaimana keadaan unit-unit eksperimen saling berhubungan.
- 2) Yang dimaksud dengan “penggunaan prinsip randomisasi” dalam kuliah ini ialah
 - A. mengambil unit-unit eksperimen yang random dari populasi unit-unit eksperimen
 - B. mengambil sejumlah perlakuan secara random dari populasi perlakuan
 - C. merandomkan perlakuan-perlakuan pada unit-unit percobaan yang digunakan
 - D. jawab A dan jawaban C bersama-sama
- 3) Yang dimaksud dengan “replikasi” ialah
 - A. pelaksanaan pembacaan, sebuah pengukuran oleh dua orang
 - B. pelaksanaan pembacaan sebuah pengukuran oleh satu orang beberapa kali dari sudut pandang yang berbeda
 - C. penggunaan dua alat sejenis untuk membahas sebuah hasil eksperimen
 - D. mengulangi sebuah eksperimen dasar.

- 4) Dalam sebuah eksperimen dimana analisisnya juga menggunakan metoda-
metoda statistik, maka prinsip pemblokkan
 - A. harus selalu digunakan
 - B. tergantung dari perlakuan-perlakuan yang diberikan pada unit-unit
eksperimen
 - C. tergantung dari heterogenitas dari unit-unit eksperimen
 - D. tergantung dari unit eksperimennya.

- 5) Penggunaan pengetahuan “bukan statistik” mengenai problema yang
diteliti
 - A. tidak perlu diperhatikan
 - B. sangat membantu dalam analisa statistik
 - C. sangat membantu dalam pemecahan problema secara keseluruhan,
diantaranya untuk menentukan faktor
 - D. kadang-kadang sangat membingungkan.

- 6) Dalam menentukan faktor-faktor atau variabel-variabel independen suatu
Rancangan Percobaan, sebaiknya
 - A. dicari sebanyak mungkin dan dianalisa semuanya untuk
menghilangkan adanya faktor-faktor “luar”
 - B. dicari sebanyak mungkin dan kemudian dipertimbangkan yang
terpenting saja, yaitu cukup sebuah faktor saja
 - C. dicari sebanyak mungkin dan kemudian dipertimbangkan mana
faktor yang terpenting, boleh lebih dari sebuah faktor
 - D. tidak perlu terlalu memikirkan mengenai hal ini

- 7) Response atau variabel dependen yang telah ditentukan pada tahap awal
suatu penelitian
 - A. Tidak akan diubah lagi karena telah merupakan suatu hasil
pertimbangan yang benar-benar masak
 - B. Tidak akan diubah lagi karena akan membuang waktu dan biaya
 - C. Sebaiknya tidak diubah lagi, tetapi kalau perlu ditransformasikan
saja.
 - D. A dan B

- 8) Ruang inferensi yang telah ditentukan sebelum pengambilan data pada suatu penelitian
- A. Tidak akan diubah lagi karena telah merupakan suatu hasil pertimbangan yang benar-benar masak
 - B. Tidak akan diubah lagi karena akan membuang waktu dan biaya
 - C. Sebaiknya tidak diubah lagi kecuali asumsi-asumsi tidak dipenuhi oleh response yang telah dipilih
 - D. Selalu diubah jika asumsi-asumsi tidak dipenuhi oleh response
- 9) Yang dimaksud dengan sesatan eksperimen ialah
- A. sesatan pada eksperimen disebabkan karena heterogenitas dari materi percobaan
 - B. sesatan pada eksperimen karena adanya faktor-faktor “luar” yang “lupa” dibahas dalam analisisnya
 - C. sesatan karena pelaksanaan eksperimen yang salah
 - D. antara lain, A dan B
- 10) Setiap eksperimen dimana pengukuran-pengukuran data telah dilaksanakan dengan hati-hati dan teliti sekali akan dapat dianalisa oleh seorang statistisi
- A. Benar
 - B. Salah
 - C. Biasanya benar
 - D. Jarang sekali dapat dianalisa

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Ekspirimen-Eksperimen Perbandingan Yang Sederhana Dengan Rancangan Random Lengkap dan Dengan Rancangan Perbandingan Berpasangan

Yang dimaksud dengan eksperimen perbandingan yang sederhana disini ialah eksperimen yang dilakukan untuk membandingkan 2 buah mean perlakuan.

Dalam pembahasan untuk membandingkan dua buah mean perlakuan ini rancangan percobaan yang dibahas ialah Rancangan Random Lengkap dan Rancangan Perbandingan Berpasangan.

Mula-mula marilah kita bahas mengenai membandingkan dua buah mean perlakuan dengan ruangan percobaan yang disebut Rancangan Random Lengkap dan kemudian Anda akan menjumpai rancangan percobaan yang disebut Rancangan Perbandingan Berpasangan.

A. EKSPERIMEN UNTUK NEMBEDAKAN DUA BUAH MEAN DENGAN MENGGUNAKAN RANCANGAN RANDOM LENGKAP.

Misalkan seorang peneliti ingin membandingkan kekuatan regang betonan yang terjadi jika pada adukan semen-pasir-batu split-besi beton dengan prosentasi-ukuran tertentu ditambahkan suatu campuran emulsi.

Jadi akan dibandingkan kekuatan regang dari beton dengan suatu campuran semen-pasir-batu-besi tertentu dibandingkan dengan kekuatan regang betonan dengan campuran yang sama tetapi jika pada campuran itu ditambahkan lagi suatu campuran emulsi pada pembentukan betonan ini.

Betonan dengan campuran emulsi, disebut formula yang dimodifikasi, sedang betonan tanpa campuran emulsi disebut formula biasa. Peneliti ingin mengetahui apakah formula dengan modifikasi akan mempunyai kekuatan regang yang sama atau tidak dibandingkan dengan formula tanpa modifikasi. Untuk ini peneliti mengumpulkan 10 buah benda uji betonan yang tidak dimodifikasi dan 10 buah benda uji betonan yang dimodifikasi. Masing-masing dari ke-20 buah benda uji diukur kekuatan daya regangnya.

Disini dan untuk selanjutnya “perlakuan” dapat mengambil pengertiannya yang umum yaitu kelompok atau kelas, maupun perlakuan dalam arti tindakan yang diberikan pada unit eksperimen.

Misalkan bahwa pelaksanaan ke-20 buah pengamatan (observasi) tersebut dilakukan secara Random Lengkap: kita menggunakan Rancangan Random Lengkap: randomisasi secara keseluruhan. Pelaksanaan secara Random Lengkap dapat digambarkan seperti dibawah ini:

Sebelum percobaanya sendiri dimulai, tindakan-tindakan yang diambil ialah melakukan randomisasi secara keseluruhan:

Mula-mula kesepuluh buah pengamatan dari adukan yang dimodifikasi diberi nomor; 1, 2, 3, ..., 10. dan Kesepuluh buah pengamatan dari adukan yang tidak dimodifikasi diberikan nomor 11, 12, ..., 20. Kemudian dicari sebuah bilangan random antara 1 hingga 20. (dapat Anda laksanakan dengan bantuan tabel bilangan random.

Misalkan diperoleh angka 7 kemudian kita mencari sebuah bilangan random lagi antara 1 hingga 20, kecuali bilangan 7 yang telah kita peroleh tadi. Misalkan untuk yang kedua ini, kita peroleh angka 15. Proses mencari bilangan antara 1 hingga 20 ini diteruskan dengan mengecualikan bilangan-bilangan yang telah terpilih sebelumnya, hingga kita mempunyai 20 buah bilangan antara 1 hingga 20 yang masing-masing mempunyai nomor urut.

Misalkan urutan yang diperoleh ialah:

Tabel. 1.2.1
Randomisasi Lengkap Untuk Persoalan Semen

Urutan Percobaan	Nomor	Jenis adukan
1	7	dengan emulsi
2	15	tanpa emulsi
3	13	tanpa emulsi
4	4	dengan emulsi
5	10	dengan emulsi

Urutan Percobaan	Nomor	Jenis adukan
6	20	tanpa emulsi
7	19	tanpa emulsi
8	8	dengan emulsi
9	12	tanpa emulsi
10	6	dengan emulsi
11	14	tanpa emulsi
12	2	dengan emulsi
13	3	dengan emulsi
14	17	tanpa emulsi
15	1	dengan emulsi
16	11	tanpa emulsi
17	18	Tanpa emulsi
18	5	Dengan emulsi
19	16	Tanpa emulsi
20	9	Dengan emulsi

Dalam randomisasi ini, bilangan yang pernah diperoleh (misalnya bilangan 7 pada contoh 1.2.1) akan diabaikan jika terpilih lagi. Sebenarnya hal ini merupakan suatu pembatasan (restriksi) dari randomisasi lengkap dari percobaan ini, tetapi hal ini dapat diabaikan karena cukup kecil.

Setelah kedua puluh urutan percobaan Anda peroleh, barulah percobaan sebenarnya dapat dimulai membuat adukan-adukan sesuai dengan urutan yang diperoleh.

Misalkan hasil penelitian dari percobaan ialah:

Tabel 1.2.2
Data Dari Persoalan Semen (Dalam Kg/Cm²)

Urutan Percobaan	Jenis adukan	Hasil observasi
1	Dengan emulsi	8
2	Tanpa emulsi	6
3	Tanpa emulsi	7
4	Dengan emulsi	10
5	Dengan emulsi	7
6	Tanpa emulsi	6
7	Tanpa emulsi	8
8	Dengan emulsi	8
9	Tanpa emulsi	8
10	Dengan emulsi	7
11	Tanpa emulsi	7
12	Dengan emulsi	9
13	Dengan emulsi	11
14	Tanpa emulsi	10
15	Dengan emulsi	11
16	Tanpa emulsi	8
17	Tanpa emulsi	10
18	Dengan emulsi	10
19	Tanpa emulsi	11
20	Dengan emulsi	11

Untuk menganalisa secara statistik, data dari observasi yang diperoleh, Tabel 1.2.2 kita susun kembali sebagai berikut:

Tabel 1.2.2
Data Untuk Persoalan Semen (Tersusun) Kekuatan Regang (Kgf/Mm²)

J	Adukan tanpa dimodifikasi y_{1j}	Adukan dimodifikasi y_{2j}
1	6	8
2	7	10
3	6	7
4	8	8
5	8	7
6	7	9
7	10	11
8	8	11
9	10	10
10	11	11
Rata-rata	$\bar{y}_1 = 8.1$	$\bar{y}_2 = 9.2$

Keterangan:

y_{1j} ialah hasil observasi ke- j dari adukan semen yang tidak dimodifikasi.

y_{2j} ialah hasil observasi ke j dari adukan semen yang dimodifikasi

\bar{y}_1 ialah rata-rata hasil observasi adukan semen yang tidak

$$\text{Dimodifikasi} = \frac{\sum_{j=1}^{10} y_{1j}}{10}$$

\bar{y}_2 . ialah rata-rata dari 10 buah hasil pengamatan dari adukan yang

$$\text{Dimodifikasi} = \frac{\sum_{j=1}^{10} y_{2j}}{10}$$

Tampak oleh kita bahwa Mean $\bar{y}_1 = 8.1 \text{ kgf} / \text{mm}^2 < \text{dari } \bar{y}_2 = 9.2 \text{ kgf} / \text{mm}^2$. Jadi rata-rata sampel menunjukkan kekuatan adukan semen tanpa emulsi lebih besar (baik) dari kekuatan adukan dengan emulsi.

Untuk memutuskan apakah perbedaan dari kedua mean tampak itu hanya disebabkan karena fluktuasi sampling dan karenanya sebenarnya kedua formulasi (beton tanpa emulsi dan beton dengan emulsi) adalah sama, ataukah memang benar bahwa kedua formulasi itu berbeda dapat digunakan metoda statistik berikut:

Untuk data yang dapat dianggap dari sampel random (Rancangan Random Lengkap), dan jika kedua populasi berdistribusi normal, bervariansi sama maka uji statistik untuk membedakan kedua mean adalah:

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Keterangan: \bar{y}_1 . = mean dari sampel pertama

\bar{y}_2 . = mean dari sampel kedua

n_1 = besar sampel (= jumlah observasi yang ada/digunakan pada sampel pertama.

= ukuran sampel pertama)

n_2 = besar sampel kedua

s_p ialah

$$s_p^2 = \frac{n_1 - 1 s_1^2 + n_2 - 1 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \dots\dots\dots 1.1 - 1$$

dimana

S_1^2 dan S_2^2 adalah variansi-variansi dari masing-masing 'sampel.

Untuk menentukan apakah $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ akan ditolak, maka t_o

dibandingkan dengan distribusi t dengan derajat bebas $n_1 + n_2 - 2$.

Untuk $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ maka kriteria penolakan ialah:

$$\text{Jika } |t_o| > t_{\alpha/2, n_1+n_2-2}$$

kita akan menolak H_0 dan mengambil kesimpulan bahwa kekuatan rata-rata dari kedua formulasi adukan berbeda.

Catatan: α adalah kemungkinan kesalahan I

$$= \Pr (\text{menolak } H_0 | H_0 \text{ benar})$$

Untuk $H_1 : \mu_1 > \mu_2$, yaitu jika peneliti hanya akan menolak H_0 hanya

jika sebuah mean lebih besar dari yang lain $\mu_1 > \mu_2$ maka kriteria

penolakan ialah:

Jika $t_o > t_{\alpha, n_1+n_2-2}$ kita menolak H_0 .

Untuk $H_1 : \mu_1 < \mu_2$ maka kriteria penolakan ialah:

Jika $t_o < -t_{\alpha, n_1+n_2-2}$ kita menolak H_0 .

Marilah kita kembali pada persoalan data adukan semen:

Misalkan $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ dan $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Dari perhitungan diperoleh:

Adukan tanpa modifikasi

$$\bar{y}_1 = 8,100 \text{ kgf/cm m}^2$$

$$s_1^2 = 2,989$$

$$s_1 = 1,729$$

$$n_1 = 10$$

Adukan dengan modifikasi

$$\bar{y}_2 = 9,200 \text{ kgf/cm m}^2$$

$$s_2^2 = 2,621$$

$$s_2 = 1,619$$

$$n_2 = 10.$$

Perhatikan bahwa untuk menggunakan pengujian statistik yang telah dijelaskan tersebut harus diuji “normal”an dan “homogenitas” dari variansi (variansi sama). Uji-uji mengenai ke- “norml”- an dan homogenitas variansi dapat Anda jumpai dalam kegiatan belajar 2, modul 3.

Dalam sebuah eksperimen, saudara harus selalu memperhatikan adanya asumsi-asumsi ini. Penuturan matematis dari uji statistik di atas menggunakan sifat “normal” dan homogenitas variansi.

Dalam persoalan ini, ternyata asumsi-asumsi dipenuhi, (lihat modul 3, kegiatan belajar 2) maka selanjutnya uji statistik untuk hipotesa nol:

$$\begin{aligned} s_p^2 &= \frac{n_1 - 1 s_1^2 + n_2 - 1 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \\ &= \frac{9 \cdot 2,989 + 9 \cdot 2,621}{10 + 10 - 2} \\ &= 2,805 \\ s_p &= 1,675 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \\
 &= \frac{8,100 - 9,200}{1,75 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} \frac{8,100 - 9,200}{1,675 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} \\
 &= -1,469
 \end{aligned}$$

Derajat bebas: $n_1 + n_2 - 2 = 10 + 10 - 2 = 18$

Jika $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ dan $\alpha = 0.05$

Maka dari tabel t^2 diperoleh $t_{0,025,18} = 2,101$.

Karena $|t_0| = 1,469 < 2,101 = t_{0,025,18}$ maka kita tidak dapat menolak H_0 dan menyimpulkan bahwa kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sama terhadap kekuatan efek regang.

B. EKSPERIMEN UNTUK MEMBEDAKAN 2 BUAH MEAN DIMANA RANCANGAN YANG DIGUNAKAN DALAM RANCANGAN PERBANDINGAN BERPASANGAN

Pada eksperimen untuk membedakan 2 buah mean dimana di mana rancangan yang digunakan adalah Rancangan Radom Lengkap data yang digunakan untuk pengujian adalah data yang independen. Elemen-elemen dari sampel yang satu adalah independen terhadap elemen-elemen dari sampel yang lain. Untuk Rancangan Perbandingan Berpasangan, hal ini tidak demikian, elemen-elemen dari sampel ukuran n akan diobservasi di bawah perlakuan A dan perlakuan B jadi data yang yang diperoleh pada umumnya akan berkorelasi. Perbedaan antara dua pengukuran dari masing-masing perlakuan A dan perlakuan B pada elemen yang sama akan merupakan sebuah pengukuran dari perbedaan keefektifan dari masing-masing dari kedua perlakuan pada elemen.

Untuk dapat menggambarkan lebih jelas uraian diatas, pandanglah contoh eksperimen berikut ini.

Contoh 1.2.2:

Untuk mengukur “keras” logam, mean pengukur bekerja dengan metode penekanan suatu tongkat dari baja yang diperkeras, yang berujung runcing, dengan gaya tekan yang tertentu besarnya, ditekan pada logam yang akan diperiksa. Kedalaman dari lekukan pada logam (benda ujinya) yang terjadi karena penekanan ujung tongkat mesin penguji, dibaca dari pengukuran.

Seorang peneliti ingin mengetahui apakah dua buah mesin pengukur kekerasan logam, dari 2 pabrik berbeda memberikan pengukuran yang sama atau tidak. Dengan benda itu logam yang besarnya cukup untuk 2 buah pengujian, yaitu pengujian dari masing-masing ujung tongkat dari dua buah alat pengukur buatan kedua pabrik, peneliti dapat menyusun sebuah eksperimen dengan rancangan yang disebut Rancangan Perbandingan Berpasangan, untuk membedakan dua buah alat ukur tersebut.

Pengujian-pengujian akan dilakukan secara radom baik “diantara” logam benda uji benda uji yang digunakan, maupun “didalam” masing-masing logam benda ujinya.

Di bawah ini diberikan data yang diperoleh dengan Rancangan kedua ujung tongkat dari dua mesin pengukur keras logam, dari produksi dua pabrik yang berbeda.

Data telah tersusun rapi (Data asal akan berbentuk radom/acak).

Tabel 1.2.2
Data Untuk Eksperimen Alat Pengukur Keras Logam

Benda Uji	Kedalaman Lekukan (mm)	
	Pabrik I	Pabrik II
1	5	6
2	5	4
3	8	8
4	9	9
5	5	4
6	4	5
7	3	5
8	7	6

Benda Uji	Kedalaman Lekukan (mm)	
	Pabrik I	Pabrik II
9	5	4
10	3	5

Jika perbedaan pengukuran antara kedua ujung disebut d_j , dimana $j = 1, 2, \dots, 10$ maka untuk data dari tabel 1.2-2 diatas diperoleh:

beda dari pembacaan ujung 1 dan ujung 2, untuk benda uji

- Ke 1 : $5 - 6 = 1$
 2 : $5 - 4 = 1$
 3 : $8 - 8 = 0$
 4 : $9 - 9 = 0$
 5 : $5 - 4 = 1$
 6 : $4 - 5 = -1$
 7 : $3 - 5 = -2$
 8 : $7 - 6 = 1$
 9 : $5 - 4 = 1$
 10 : $3 - 5 = -2$

Untuk mengambil kesimpulan mengenai sama atau tidaknya, pembacaan kedua ujung, sulit Anda ambil dari data diatas ini. (Jika semua d_j untuk $j = 1, 2, \dots, 10$, adalah nol, maka tampak tidak ada perbedaan; tetapi keadaan tidaklah demikian).

Karenanya kita akan menggunakan sebuah analisa statistik untuk memperoleh kesimpulan secara statistik dari kumpulan data tersebut: Untuk analisa statistik ini, kita bentuk suatu model statistik yang dapat menggambarkan data dari eksperimen (atau secara lebih umum: model statistik untuk Rancangan Random Berpasangan) sebagai berikut:

$$y_{ij} = \mu_1 + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2. \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

dimana

y_{ij} = hasil pengukuran perlakuan ke-1 pada elemen ke-j

(hasil pengukuran oleh ujung ke-i pada specimen ke-j).

μ_i = mean sebenarnya dari ujung ke-i

(mean sebenarnya dari ujung ke-i)

β_j = efek elemen ke-j.

(efek kekerasan benda uji ke j)

ϵ_{ij} = sesatan eksperimen (radom)

n = jumlah pasangan (dalam eksperimen ini, besar $n = 10$)

Jika perbedaan dari pengukuran pasangan ke j adalah

$$d_j = y_{1j} - y_{2j} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Maka ekspektasi dari perbedaan ini adalah:

$$\begin{aligned} E(d_j) = \mu_d &= E(y_{1j} - y_{2j}) \\ &= E(y_{1j}) - E(y_{2j}) \\ &= (\mu_1 + \beta_j) - (\mu_2 + \beta_j) \\ &= \mu_1 - \mu_2. \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan ekspektasi diatas ini diperoleh bahwa untuk menguji hipotesa-hipotesa:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Adalah ekuivalen dengan menguji hipotesa-hipotesa

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d \neq 0.$$

Jika d dapat dianggap berdistribusi normal, maka uji statistik untuk

$$H_0 = \mu_d = 0$$

$$H_1 = \mu_d \neq 0$$

adalah

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{sd / \sqrt{n}}$$

dimana $\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j$,

$$s_d = \left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Adalah standar deviasi dari sampel dari perbedaan-perbedaan dan n adalah banyaknya “perbedaan d ”

Dari “metoda-metoda statistik” untuk pengujian

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d \neq 0$$

Diketahui pula bahwa hipotesa nol akan ditolak jika $|t_0| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ dapat Anda lihat pada tabel, sedang besarnya bilangan $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ dapat Anda lihat pada

tabel distribusi t - .

Catatan: Sekedar untuk mengingatkan Anda, bahwa dari “metoda-metoda statistika” untuk pengujian-pengujian mean, dapat Anda jumpai hal-hal lain berikut:

$$1. \text{ Untuk } \begin{cases} H_0 : \mu_d = 0 \\ H_1 : \mu_d < 0 \end{cases}$$

Maka statistik pengujian adalah sama dengan t_0 seperti di atas yaitu

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

Dengan pengertian \bar{d} dan s_d seperti diatas, tetapi daerah penolakan berubah; yaitu hipotesa nol akan ditolak jika

$$t_0 < -t_{\alpha; n-1}$$

di mana α adalah kesalahan jenis 1, yang Anda pilih.

$$2. \text{ Untuk } \begin{cases} H_0 : \mu_d = 0 \\ H_1 : \mu_d > 0 \end{cases}$$

Maka statistik pengujian adalah sama dengan t_0 seperti diatas, tetapi daerah penolakan berubah, yaitu

Hipotesa akan ditolak jika

$$t_o < -t_{\alpha; n-1}$$

di mana α adalah kesalahan jenis 1 yang dipilih.

Sebuah analisa lanjutan jika hipotesa nol ditolak. (pada Rancangan Perbandingan Berpasangan)

(Taksiran interval untuk $\mu_1 - \mu_2$).

Siasanya dalam beberapa bidang disiplin ilmu sebagai analisa lanjutan jika diketahui bahwa mean μ_1 tidak sama dengan mean μ_2 , ialah keinginan penelityi untuk mengetahui interval keyakinan dari perbeadaan kedua mean : $\mu_1 - \mu_2$; yaitu penelityi ingin memperoleh interval taksiran di mana perbeadaan tersebut akan terletak.

Untuk Rancangan Perbandingan Berpasangan, 95% interval keyakinan dari $\mu_1 - \mu_2$

$$\bar{d} \pm t_{n-1} s_d / \sqrt{n}.$$

Di mana s_d = standard deviasi dari sampel dari perbeadaan-perbeadaa.

$$\left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

d_j = perbeadaan dari pengukuran pasangan ke j

n = jumlah pasangan yang di ukur

Marilah kita kembali kepada data pengukuran: “kekerasan logam” yang telah diberikan di atas. Pada contoh tersebut kita mempunyai 10 buah pasangan. Perbeadaan pengukuran masing-masing pasangan ialah:

$$d_1 = -1$$

$$d_2 = 1$$

$$d_3 = 0$$

$$d_4 = 0$$

$$d_5 = 1$$

$$d_6 = -1$$

$$d_7 = -2$$

$$d_8 = 1$$

$$d_9 = 1$$

$$d_{10} = -2$$

Jadi rata-rata dari perbedaan-perbedaan tersebut ialah

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j \\ &= \frac{-1+1+0+0+1+ -1 + -2 +1+1 = -2}{10} \\ &= \frac{1}{10} \cdot -2 \\ &= -0,20 \end{aligned}$$

$$s_d = \left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{-1^2 + 1^2 + 0^2 + 0^2 + -1^2 + \dots + -2^2 - \frac{1}{10} (-1 + 1 + \dots + -2)^2}{10-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{14 - \frac{-2^2}{10}}{9} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1.05$$

Uji statistik:

$$\begin{aligned} t_o &= \frac{\bar{d}}{s_d \sqrt{n}} \\ &= \frac{-0,20}{1,05 / \sqrt{10}} \\ &= -10,60 \end{aligned}$$

Dari daftar tabel-t diperoleh, jika α diambil = 0,05, sedangkan besar derajat bebas = $n-1 = 10-1 = 9$, maka:

$$t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} = t_{0,025; 9} = 2,262.$$

Karena dari perhitungan diperoleh $|t_o| = |-0,60| < 2,262$ maka kita tidak dapat menolak hipotesa

$$\begin{cases} H_o : \mu_d = 0 \\ H_1 : \mu_d \neq 0 \end{cases}$$

Jadi tidak ada tanda-tanda yang menyatakan bahwa kedua ujung memberikan pembacaan kekerasan yang berbeda.

Taksiran interval untuk $\mu_1 - \mu_2$:

95% interval konfiden untuk $\mu_1 - \mu_2$ ialah:

$$\begin{aligned} &\bar{d} \pm t_{0,025; 9} s_d / \sqrt{n} \\ &-0,20 \pm 2,262 \cdot 1,05 / \sqrt{10} \\ &-0,20 \pm 0,75. \end{aligned}$$

Catatan-catatan:

Catatan (1): jika Rancangan Radom lengkap digunakan, eksperimen untuk benda diuji dengan ujung II. Pemilihan benda-benda uji yang mana yang akan diuji oleh ujung I dan benda-benda uji yang mana yang akan diuji oleh ujung II dilaksanakan secara radomlengkap untuk keseluruhan 20 buah benda uji

Misalkan data pada Tabel 1,2-2 adalah data dari suatu eksperimen “kekerasan” dengan Rancangan Radom Lengkap, maka akan diperoleh $S_p =$ standar deviasi sampel untuk R.R.L sebesar 1,86 dan 95% interval konfidensi untuk $\mu_1 - \mu_2$

$$\begin{aligned} \bar{y}_1. - \bar{y}_2. \pm t_{0,025;18} s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \\ 5,40 - 5,60 \pm 2,101 \cdot 1,86 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}} \\ -0,20 \pm 1,75. \end{aligned}$$

Jadi interval konfidensi untuk Rancangan Random Lengkap “tampaknya” akan lebih “lebar” daripada. interval konfidensi untuk Rancangan Perbandingan Berpasangan. Jadi R.R.L “kurang” dibandingkan dengan “R.P.B” dalam persoalan ini, yaitu dalam perhitungan mengenai kelebaran dari interval konfidensi yang diperoleh, R.P.B menghasilkan interval konfidensi yang lebih sempit.

Catatan (2): Perhatikan bahwa meskipun Rancangan Perbandingan Berpasangan ini mengukur 2_n buah pengamatan (dalam contoh kita diatas, $n_n = 2 \times 10 = 20$ buah pengamatan), tetapi uji statistiknya yaitu:

Uji-t hanya mempunyai $n - 1$ buah derajat bebas. (Dalam contoh kita $n - 1 = 9$ buah derajat bebas).

Jika R.R.L digunakan, maka dengan mengukur 2_n buah pengamatan $2_n = 20$ dalam contoh ini), uji statistiknya ialah uji t yang mempunyai

$2n-1$ buah derajat bebas. Jadi dalam contoh pengukuran kekerasan logam ini ada $2n-1 = 19$ buah derajat bebas.

Pada uji $-t$, jika derajat bebas bertambah maka pengujian akan lebih sensitif, jadi pengujian akan lebih baik.

Jadi dalam pengujian ini, R.R.L “lebih” sensitif, dibandingkan dengan Rancangan Perbandingan berpasangan.

Catatan (3): Rancangan Perbandingan Berpasangan ini menjelaskan mengenai “prinsip pemblokkan” yaitu salah satu dari ketiga prinsip dasar yang telah dijelaskan pada kegiatan belajar 1 dari modul ini. Sebenarnya Rancangan Perbandingan Berpasangan ini adalah hal istimewa dari rancangan yang lebih umum yaitu Rancangan Blok Random Lengkap, di mana jika rancangan ini digunakan, maka unit eksperimen unit-eksperimen yang “serupa” (homogen) dikumpulkan dalam blok-blok. Perlakuan-perlakuan akan “dikenakan” secara random lengkap dalam masing-masing blok secara lengkap (keseluruhannya) terhadap unit-unit eksperimenya. Jadi adanya blok-blok akan memberikan pembatasan (restribusi) dari randomisasi secara keseluruhan dari unit-unit eksperimen seperti kalau kita melaksanakan eksperimen dengan Rancangan Random lengkap: (R.B.R.L)

Mengenai R.B.R.L ini akan terdapat pembahasan yang lebih mendalam pada modul 4 dari kuliah ini.

Kesimpulan:

Jadi dari pembahasan-pembahasan kita di atas, tampak bahwa pengadaan blok-blok tidak selalu, merupakan strategi yang baik. Jika variabilitas “didalam” blok-blok adalah sama dengan variabilitet “diantara” blok-blok, maka variansi dari $\bar{y}_1 - \bar{y}_2$ akan sama, tak tergantung dari rancangannya.

Jadi pemblokkan dalam keadaan ini akan merupakan suatu pilihan strategi yang jelek karena adanya blok-blok akan menghilangkan derajat bebas sebanyak $n-1$ menurut catatan 2 di atas, sedangkan variansi dari $\bar{y}_1 - \bar{y}_2$ akan sama sehingga interval konfidensi $\mu_1 - \mu_2$ tidak menjadi lebih sempit seperti pada catatan 1 di atas.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Untuk mengetahui apakah dua perlakuan berbeda atau tidak, kita dapat melaksanakan sebuah eksperimen dengan Rancangan Random Lengkap atau dengan Rancangan Perbandingan Berpasangan. Jelaskan mengenai perbedaan kedua Rancangan tersebut.
- 2) Asumsi-asumsi apa yang harus dipenuhi untuk dapat menggunakan analisa statistik dari R.R.L pada eksperimen untuk membedakan 2 buah perlakuan?



RANGKUMAN

Telah kita pelajari mengenai:

1. Eksperimen untuk membedakan dua perlakuan dengan Rancangan Random. Lengkap.
2. Eksperimen untuk membedakan dua perlakuan dengan Rancangan Perbandingan Berpasangan.
3. Strategi, memilih Rancangan Random Lengkap atau Rancangan Perbandingan berpasangan, jika akan melaksanakan eksperimen untuk membandingkan 2 perlakuan.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- A. Sebuah eksperimen untuk membandingkan 2 buah perlakuan dengan menggunakan Rancangan Random Lengkap menghasilkan data berikut:

Perlakuan I	Perlakuan II
5	6
5	4
8	8

9	9
5	4
4	5
3	5
7	6
5	4
3	5

Diasumsikan berdistribusi normal.

- 1) Cari s_1^2
 - A. 4,99
 - B. 4,04
 - C. 400,11
 - D. 40.41

- 2) Cari s_2^2
 - A. 2,92
 - B. 29,20
 - C. 292,20
 - D. 2922,0

- 3) Cari s_p^2
 - A. 10,85
 - B. 1,86
 - C. 18,65
 - D. 186,50

- 4) Cari s_f
 - A. 0,24
 - B. 2,99
 - C. 2,46
 - D. 24,60

- 5) Cari
$$\begin{matrix} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{matrix}$$
 dimana $\begin{cases} \mu_1 = \text{mean populasi perlakuan I} \\ \mu_2 = \text{mean populasi perlakuan II} \end{cases}$

dan $\alpha = 0,05$ maka daerah kritiknya

- A. $t > -1,734$
 - B. $t < -1,734$
 - C. $t > 1,729$
 - D. $t < 1,729$
- 6) Untuk
$$\begin{matrix} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{matrix}$$

 $\alpha = 0,05$ maka daerah kritiknya ialah
- A. $t < -2,101$ dan $t > 2,101$
 - B. $t > -2,101$ dan $t < 2,101$
 - C. $t < -2,552$
 - D. $t > -2,552$

- B. Data di bawah ini menyatakan suatu pengukuran sebelum dan sesudah suatu perlakuan diberikan pada 8 orang terpilih:

Orang ke	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan
1	8	10
2	9	16
3	12	19
4	9	16
5	8	14
6	3	6
7	2	7
8	6	4

- 7) Hitung \bar{d}
- 3,75
 - 30,50
 - 37,56
 - 137,56
- 8) Hitung s_d
- 333,20
 - 3333,20
 - 3,20
 - 33,20
- 9) Hitung t_o
- 4,10
 - 41,09
 - 0,41
 - 41,40
- 10) Untuk $H_o : \mu_d = 0$ atau $H_o : \mu_1 = \mu_2$
 $H_1 : \mu_d \neq 0$ atau $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Dan $\alpha = 0,05$, daerah kriterianya ialah

- $t > 2,365$
- $t < 2,365$
- $t < -2,365$ dan $t > 2,365$
- $t < 2,365$ dan $t > -2,365$

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) C
- 2) D
- 3) D
- 4) C
- 5) C
- 6) C
- 7) C
- 8) A
- 9) D
- 10) D

Tes Formatif 2

- 1) B
- 2) A
- 3) B
- 4) A
- 5) B
- 6) A
- 7) A
- 8) C
- 9) C
- 10) C

Daftar Pustaka

Cochran, W G and Cox, G.M (1959), *Experiment Designs*, J. Wiley

Das, M. N and Giri, N.C (1979), *Desingn and Analysis of Experiments*,
J. Wiley, New Delhi.

Hicks, C R (1973), *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*, Holt,
Renehart and Winston, Inc, N.Y.

Ostle, C R (1973), *Statistics in Research*, The Iowa State University Press.

Winner. B.J (1971)., *Statistical Principles in Experiment Design*,
Mc Graw-Hill, Tokyo.

Lampiran

Tabel
Distribusi student t

$\theta \backslash \alpha$.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1		1.000	3.078	6.314	12.106	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	.265	.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.019	4.785	5.408
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965

18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	.253	.674	1.28	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

Lampiran

Tabel
Bilangan random

10480	15011	01536	02011	87647	91646	69179	14194	62590
22368	46573	25595	85393	30995	89198	27982	53402	93965
24130	48360	22527	97265	76393	64809	15179	24830	49340
42167	93093	06243	61680	07856	16376	39440	53537	71341
37570	39975	81837	16656	06121	91782	60468	81305	49684
77921	06907	11008	42751	27756	53498	18602	70659	90655
99562	72905	56420	69994	98872	31016	71194	18738	44013
96301	91977	05463	07972	18876	20922	94595	56869	69014
89579	14342	63661	10281	17453	18103	57740	84378	25331
85475	36857	53342	53988	53060	59533	38867	62300	08158
26918	69578	88231	33276	70997	79936	56865	05859	90106
63553	40461	48235	03427	49626	69445	18663	72695	52180
09429	93969	52636	92737	88974	33488	36320	17617	30015
10365	61129	87529	85689	48237	52267	67689	93394	01511
07119	97336	71048	08178	77233	13976	47564	81056	97735
51085	12765	51821	51259	77452	16308	60756	92144	49442
02368	21382	52404	60268	89368	19885	55322	44819	01188
01011	54092	33362	94904	31273	04146	18594	29852	71585
52162	53916	46369	58566	23216	14513	83149	98736	23495

07056	97628	33787	09998	42698	06691	76988	13602	51851
48663	91245	85828	14346	09172	30168	90229	04734	59193
54164	58492	22421	74103	47070	25306	76468	26384	58151
32639	32363	05597	24200	13363	38005	94342	28728	35806
29334	27001	87637	87308	58731	00256	45834	15398	46557
02488	33062	28834	07351	19731	92420	60952	61280	50001
81525	72295	04839	96423	24878	82651	66566	14778	76797
29676	20591	68086	26432	46901	20849	89768	81536	86645
00742	57392	39064	66432	84673	40027	32832	61362	98947
05366	04213	25669	26422	44407	44048	37937	63904	45766
91921	26418	6.4117	94305	26766	25940	39972	22209	71500
00582	04711	87917	77341	42206	35126	74087	99547	81817
00725	69884	62797	56170	86324	88072	76222	36086	84637
69011	65795	95876	55293	18988	27354	26575	08625	40801
25976	57948	29888	88604	67917	48708	18912	82271	65424
09763	83473	73577	12908	30883	18317	28290	35797	05998
91567	42595	27958	30134	04074	86385	29880	99730	55536
17955	56349	90999	49127	20044	59931	06115	20542	18059
46503	18584	18845	49618	02304	51038	20655	58727	28168
92157	89634	94874	78171	84610	82834	09922	25417	44137
14577	62765	35605	81263	39667	47358	56873	56307	67607
98427	07523	33362	64270	01638	92477	66969	98420	04880
34914	63976	88720	82765	34476	17032	87589	40836	32427

70060	28277	39475	46473	23219	53416	94970	25832	69975
53976	54914	06990	67245	68350	82948	11398	42878	80287
76072	29515	40980	07391	58745	25774	22987	80059	39911
90725	52210	83974	29992	65831	38857	50490	83765	55657
64364	67412	33339	31926	14883	24413	59744	92351	97473
08962	00358	31662	25388	61642	34072	81249	35648	56891
95012	68379	93526	70765	10592	04542	76453	54328	02349
15664	10493	20492	38391	91132	21999	59516	81652	27195